

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Obor: 3107 R001 Chemická technologie zušlechťování

KATEDRA TEXTILNÍ CHEMIE

Komfort textilií s finálními úpravami

Comfort textiles with final adjustment

Autor: Veronika Tlapáková

KTC - 74

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jaroslav Odvárka, DrSc.

Konzultant práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Počet stran textu: 78

Počet obrázků: 40

Počet tabulek: 36

Počet grafů: 54

Počet stran příloh: 27

Zadání bakalářské práce

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 12. května 2008

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Jaroslavu Odvárkovi, DrSC za odbornou pomoc a vedení při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc za odborné konzultace při měření experimentální části.

Anotace

Tato bakalářská práce je vypracována na téma komfort textilií s finálními úpravami. Úkolem této práce byla aplikace nehořlavé, nesráživé, hydrofobní a měkčící úpravy na tři tkaniny s rozdílnou plošnou hmotností a následující měření termofyzických vlastností. Prostředky finálních úprav byly nanášeny ve třech rozdílných koncentracích. Pro srovnání byly měřeny neupravené tkaniny. Hodnocené charakteristiky jsou relativní propustnost pro vodní páry, prodyšnost a tepelné vlastnosti textilií tj. tepelná vodivost, tepelný odpor a tepelná jímavost. Tyto charakteristiky byly měřeny na přístrojích Permetest, TEXTEST FX 3300 a Alambeta.

Annotation

This bachelor work is elaboration on themed komfort textiles with final adjustment. The aim of this work was application of flameproof, sanforized, water-repellent, and softer adjustment on three fabrics with different areal weight and following measuring of thermophysiological characteristics. The final adjustment agents were applied in three different concentrations. For comparsion were measured unmodified fabrics. Evaluated charcteristics are relative vapour permeability, air permeability and heat characteristics of textiles - thermal conductance, specific thermal resistence and absorbing capacity for heat. These characteristics were measured on apparatus Permetest, TEXTEST FX 3300 and Alambeta.

Klíčová slova

Finální úpravy
Hydrofobní úprava
Nehořlavá úprava
Nesráživá úprava
Měkčící úprava
Termofyziologický komfort
Tepelná vodivost
Tepelný odpor
Tepelná jímavost
Relativní propustnost pro vodní páry
Prodyšnost

Key words

Final adjustment
Water-repellent adjustment
Flameproof adjustment
Sanforized adjustment
Softer adjustment
Thermophysiological comfort
Thermal conductance
Specific thermal resistance
Absorbing capacity for heat
Relative vapour permeability
Air permeability

OBSAH

OBSAH	7
1. ÚVOD	11
2. TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1 Hydrofobní úprava	12
2.1.1 Druhy hydrofobních úprav.....	12
2.1.1.1 Neprodyšná hydrofobní úprava	12
2.1.1.2 Prodyšná hydrofobní úprava.....	13
2.1.2 Smáčení povrchu textilií	13
2.1.3 Příprava tkaniny před úpravou	15
2.1.4 Způsoby hydrofobních úprav	16
2.1.4.1 Emulze vosků a parafínů s kovovými solemi.....	16
2.1.4.1.1 Parafínové emulze s hlinitými a zirkoničitými solemi	16
2.1.4.2 Deriváty vyšších mastných kyselin.....	18
2.1.4.3 Úprava silikony	20
2.1.4.4 Organické sloučeniny fluoru	21
2.1.5 Hodnocení hydrofobních úprav.....	21
2.2 Nehořlavá úprava	24
2.2.1 Proces hoření.....	24
2.2.2 Hořlavost textilních materiálů.....	25
2.2.2.1 Limitní kyslíkové číslo.....	25
2.2.3 Retardace hoření.....	26
2.2.4 Druhy nehořlavých úprav	27
2.2.4.1 Dočasná úprava.....	27
2.2.4.2 Polotrvalá úprava	27
2.2.4.3 Trvalá úprava.....	28

2.2.5 Zkoušení hořlavosti textilií	29
2.3 Nesráživá úprava	31
2.3.1 Bobtnání a sráživost materiálů z celulosových vláken.....	31
2.3.2 Síťovací prostředky pro nesráživou úpravu	33
2.3.2.1 Samosíťující prostředky	34
2.3.2.2 Reaktanty.....	36
2.3.3 Hodnocení nesráživé úpravy	38
2.4 Měkkčící úprava	39
2.4.1 Používané měkkčící přípravky	39
2.4.1.1 Přípravky bez afinity k vláknům.....	39
2.4.1.2 Přípravky se substantivitou k vláknům	40
2.4.2 Hodnocení měkkčící úpravy	43
2.5 Komfort textilií	44
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	47
3.1 Charakteristika použitých materiálů	47
3.2 Charakteristika úpravnických látek a jejich dávkování dle informačních listů pro jednotlivé finální úpravy.....	48
3.3 Příprava a aplikace úprav na textilie	50
3.3.1 Výpočet mokrého přivažku a přípravy klocovacích lázní s ohledem na požadované množství úpravnického přípravku naneseného na 1 m ² textilie	51
3.4 Měření termofyziologického komfortu	54
3.4.1 Přístroj Alambeta.....	54
3.4.1.1 Popis přístroje	55
3.4.1.1.1 Měřicí parametry přístroje	55
3.4.1.2 Postup měření	57
3.4.2 Přístroj Permetest	58
3.4.2.1 Popis přístroje	58
3.4.2.1.1 Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry	59

3.4.2.1.2 Stanovení absolutní propustnosti neboli odolnost vůči vodním parám	60
3.4.2.2 Postup měření	60
3.4.3 Přístroj TEXTTEST FX 3300	60
3.4.3.1 Princip měření přístroje	61
3.4.3.2 Postup měření	61
4. VÝSLEDKY A DISKUSE.....	62
4.1 Naměřené výsledky na Alambetě	62
4.2 Naměřené výsledky na Permetestu	69
4.3 Naměřené výsledky na TEXTESTU FX 3300.....	72
5. ZÁVĚR	75
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
SEZNAM PŘÍLOH.....	79

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK SYMBOLŮ

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
např.	například
tj.	to je
tzv.	tak zvaný
obr.	obrázek
tab.	tabulka
kap.	kapitola
ČSN	Česká státní norma
PA	polyamid
PES	polyester
AC	polyakrylonitril
PP	polypropylen
PVC	polyvinylchlorid
CV	viskóza
α	úhel smáčení
γ	mezipovrchové napětí
λ	měrná tepelná vodivost
r	plošný odpor vedení tepla
q	tepelný tok
a	měrná teplotní vodivost
b	tepelná jímavost
p	relativní propustnost pro vodní páry
R_{et}	výparný odpor

1. ÚVOD

Poslední stupeň technologie zušlechťování textilií jsou finální úpravy, které zajišťují dokončení celého zušlechťovacího procesu. Zlepšují zpracovatelské a užité vlastnosti jako vzhled, rozměry, stabilitu. Usnadňují údržbu, odolnost vůči biologickému působení, vodě, ohni a teplu, dodávají antistatické vlastnosti apod.

Hlavním úkolem finálních úprav je podstatně neměnit původní výhodné vlastnosti textilie jako je omak, splývavost, nemačkovost, nešpinivost, prodyšnost a hlavně nesmí způsobovat její zdravotní závadnost.

Finální úpravy zahrnují mechanické, tepelné a chemické zpracování vláken, přízí, tkanin a pletenin. Mechanické úpravy se používají ke změně povrchu textilií. Po tepelném zpracování textilie podrží svůj vzhled a rozměry během následujících zušlechťovacích operací a stabilizují se ve formě, kterou měla během tepelné fixace. Chemické reakce probíhají mezi reaktivními skupinami vláken a úpravnickými prostředky a dodávají textiliím nové užité vlastnosti.

Všechna textilní vlákna nemají stejné vlastnosti a stejné určení použití, proto finální úpravy u jednotlivých textilních materiálů jsou určovány podle druhu potřeby.

Oděvní výrobky, které jsou upravovány, mají navodit konečnému uživateli dobrý fyziologický komfort, který je označován jako stav lidského organismu, v němž jsou termofyziologické funkce v optimu. V současné době se nejvíce věnuje pozornost tepelné propustnosti, propustnosti pro vodní páry a prodyšnosti, protože tyto vlastnosti mají největší vliv na termofyziologický komfort.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Hydrofobní úprava

Hydrofobní úprava neboli nepromokavá spočívá v uzavření nebo omezení prostorů mezi vlákny, kterými může voda pronikat textilií.

Hydrofobní úprava se aplikuje na celulóзовé materiály, jelikož textilní vlákna z přírodní i z regenerované celulózy jsou v čistém stavu hydrofilní, tj. snadno se smáčejí. Dopadne-li na povrch celulóзовé tkaniny kapka vody, rychle se vsákne do kapilárních pórů a tkanina se promočí. Zabránit tomuto vsakování a smáčení tkaniny lze hydrofobizací. Kapka vody se nevsákne, ale steče po povrchu, aniž by tkaninu smočila.

Hydrofobní úpravou se potlačuje smáčivost textilie a propůjčuje se jí vodoodpudivost. V textilní úpravářské praxi se snažíme dosáhnout tohoto efektu nánosem tenké vrstvičky (filmu) hydrofobních látek, které zabraňují pronikání vody do pórů vláken. [1]

Hydrofobní úpravy oděvů musí zajistit nepropustnost vody, ale nikoli vzduchu a vodní páry. Lze to dosáhnout vysrážením hydrofobních substancí (např. parafín a soli hliníku) na povrchu vláken nebo změnou chemického složení povrchu vláken depozicí silikonů nebo fluorovaný uhlovodíků. [2]

2.1.1 Druhy hydrofobních úprav

Rozlišují se úpravy dvojího druhu:

2.1.1.1 Neprodyšná hydrofobní úprava

Jedná se o *vodotěsnost*, kde textilie má odolávat určitému tlaku vodního sloupce. Tato úprava je tvořena ze souvislého filmu hydrofobního přípravku, který pevně lpí na tkanině a zaplňuje všechny mezery mezi vlákny. Provádí se provrstvením tkaniny kaučukem, latexy, tuhnoucím olejem, termoplastickými pryskyřicemi atd. Tento nanesený film musí být dostatečně pružný, pevný a dobře lpěl na tkanině. Takto

upravené tkaniny jsou málo prodyšné, těžké, tuhé, špatně splývají a nepříjemně se nosí, proto je úprava vhodná především pro stanoviny, plachtoviny všeho druhu. [2]

2.1.1.2 Prodyšná hydrofobní úprava

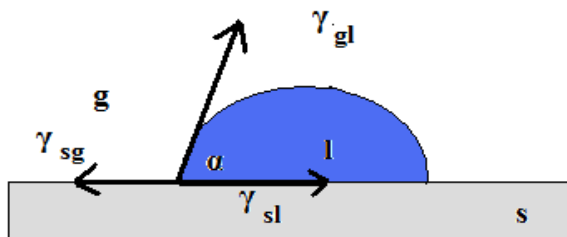
Ø *s odperlujícím efektem* – provádí se tím způsobem, že jednotlivá vlákna se obalí tenkým hydrofobním filmem, takže do nich nemůže pronikat voda. Výhoda této úpravy je, že otvory mezi vlákny se neucpou a tak propustnost pro vzduch zůstává zachována. Tato úprava je určena především pro svrchní oblečení, např. pláštěoviny, větrovky, sportovní oblečení apod.

Ø *nepromokavá úprava* – má schopnost nejen vodě odolávat, ale i zabránit jejímu pronikání tkaninou při zachování částečné prodyšnosti. Provádí se u pracovních oděvů určených do deště, stanovin apod. [3]

2.1.2 Smáčení povrchu textilií

Smáčení je jev vznikající při dopadu vodné kapky na tuhý povrch. Podle velikosti a formy kapky možno určit rozsah smáčení. Mírou smáčivosti povrchu kapkou je kontaktní úhel α , který se vytvoří na rozhraní tří fází, tj. mezi kapalinou, textilií a vzduchem. Pokud je kapka vody na textilní podložce v klidu, tak se na fázovém rozhraní ustanoví rovnováha, která je vyjádřena Youngovou rovnicí (1) dle obr. 1.

Vzájemné působení kapaliny a tuhé fázi na fázovém rozhraní uplatňují mezipovrchová napětí mezi jednotlivými fázemi. Povrchové napětí je síla působící na povrch kapaliny na fázovém rozhraní, které má tendenci zmenšit kapaliny na minimální rozměry, tzn. čím větší povrchové napětí, tím menší smáčivost. [4]



Obr. 1 – Rovnováha na fázovém rozhraní

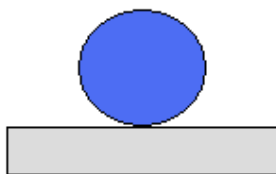
$$\cos \alpha = \frac{\gamma_{sg} - \gamma_{sl}}{\gamma_{gl}} \quad (1)$$

γ_{sg} mezipovrchové napětí na rozhraní textilie – plyn [$\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$]

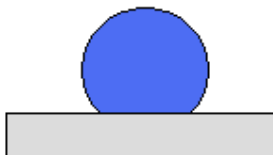
γ_{sl} mezipovrchové napětí na rozhraní textilie – kapalina [$\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$]

γ_{gl} mezipovrchové napětí na rozhraní plyn – kapalina [$\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$]

Smáčecí napětí je rozdíl mezi $\gamma_{sg} - \gamma_{sl}$. Je – li úhel $\alpha = 90^\circ$ tak se jedná o kladné smáčecí napětí. Jde tedy o látky s hydrofilním povrchem, protože se dobře smáčejí. Při úhlu $\alpha = 90^\circ$ nastává špatná smáčivost textilie vodou. Zde se jedná o záporné smáčecí napětí a povrchy látek jsou hydrofobní. K úplné hydrofobizaci textilie a k odperlování vodních kapek dochází při úhlu $\alpha = 180^\circ$ a pokud se $\alpha = 0^\circ$ dochází k úplnému roztečení kapaliny na tuhém povrchu. [4]. Všechny tyto jevy jsou znázorněny na obr. 2.



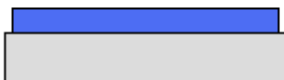
$\alpha = 180^\circ$ úplná hydrofobizace, odperlování vodních kapek



$\alpha = 90^\circ$ špatné smáčení



$\alpha = 90^\circ$ znatelné smáčení



$\alpha = 0^\circ$ úplné smáčení volným rozprostíráním

Obr. 2 – Tvary kapek při úhlech smáčení

Úhel α se tedy může použít jako měřítko smáčivosti vláken. Čím vyšší je úhel smáčení, tím má textilie lepší vodoodpudivý, odperlující efekt [5].

2.1.3 Příprava tkaniny před úpravou

Před každou hydrofobní úpravou je nutno velmi pečlivě odstranit s povrchu tkaniny všechny zbytky hydrofilních nečistot, šlichtovacích, barvicích prostředků a zbytky povrchově aktivních TPP, které zůstaly na tkanině z předchozích operací.

Dokonalé odstranění některých TPP, hlavně neionogenních, bývá velmi obtížné, protože jejich zbytky ulpívají na vláknech a jsou hůře vypratelné jak v zásaditých tak i v kyselých lázních. Proto je pro předúpravu vhodnější používat anionaktivní tenzidy, které jsou lépe vypratelné [6].

Peter uvádí [7], že je výhodné u tkanin, které se hydrofobně upravují, nepoužívat při předúpravě smáčedlo.

2.1.4 Způsoby hydrofobních úprav

Podle uložení hydrofobního prostředku na tkaninu se při hydrofobních úpravách rozlišují tři hlavní způsoby:

- 1) mechanické uložení vodoodpudivé látky na vlákne
- 2) chemické reakce hydrofobních látek s vlákny
- 3) tvorba vodoodpudivého filmu na vláknech

Bylo patentováno a popsáno mnoho chemických sloučenin pro hydrofobní úpravu textilií, ale všechny však nenašly stejné uplatnění. Pro úpravu se aplikují prostředky z vodného prostředí (emulzí) a z organických rozpouštědel, přičemž prodyšnost u zpracovaných textilií zůstává zachována.[8] V praxi je dnes průmyslově využíváno jen několik základních a osvědčených druhů hydrofobních prostředků, které můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- a) úprava emulsemi vosků a parafínů s hlinitými nebo zirkoničitými solemi
- b) úprava deriváty vyšších mastných kyselin (C_{12} až C_{18})
- c) úprava silikony
- d) úprava organickými sloučeninami fluoru (perfluoralkany)

Typ použitého hydrofobního přípravku ovlivňuje kvalitu úpravy, stálosti při praní nebo chemickém čištění a také určuje jeho vhodnost na jednotlivé druhy textilních materiálů [4].

2.1.4.1 Emulze vosků a parafínů s kovovými solemi

Jedná se o nejstarší způsob hydrofobní úpravy. Nejjednodušším způsobem vodoodpudivé úpravy bylo natírání povrchu tkaniny roztaveným voskem nebo parafínem. Zde se jednalo o mechanické uložení mastných hydrofobizačních látek na vlákna a tím se potlačila vzlínavost a smáčivost povrchu. [4]

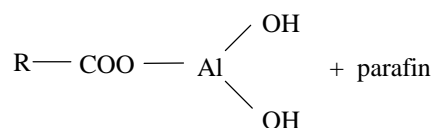
2.1.4.1.1 Parafínové emulze s hlinitými a zirkoničitými solemi

Tyto přípravky se skládají z cca 25% parafínu a 5 – 10% solí zirkonu nebo hliníku a nejčastěji se aplikují na přírodní a syntetická vlákna. [9]

1) Parafínové emulze s hlinitými solemi

V roce 1928 se poprvé objevila na trhu parafínová emulze a hlinité soli pod obchodním názvem Impregmol. Princip spočívá v nanesení parafínové nebo voskové emulze na vláknitý materiál. Emulze, která se vysráží na tkanině, vnikne při sušení do nitra materiálu. Jedná se o jednoláznový způsob. Tyto emulze obsahují emulgátor a hlinité soli, které se projevují hydrofobním účinkem. Kationt Al^{3+} dodává částčkám parafínu kladný náboj a tak zvyšuje afinitu k vláknům. Emulze mohou obsahovat ochranný koloid (např. kliš, želatina nebo polyvinilalkohol) z důvodu zabránění vyvločkování emulgovaných parafínových částček přidáním elektrolytu.

Používají se především na lacinější druhy tkanin, kde se nevyžaduje hydrofobního efektu při praní nebo při chemickém čištění, např. tkaniny na deštníky. [4]



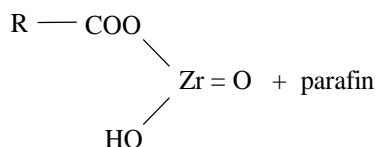
Obr. 3 – Parafínové emulze se solemi hliníku [3]

U nás jsou přípravky pod obchodním názvem Depluvín L, Depluvín T, Hydrophobol WF.

2) Parafínové emulze se solemi zirkonu

V porovnání s hlinitými solemi jsou tyto emulze účinnější, poskytují lepší vodoodpudiví efekt a zvyšují se stálosti při praní a chemickém čištění. [3]

Lepší účinnost solí zirkonu souvisí s tím, že silně adsorbují na vlákna a při aplikaci na vlnu nebo polyamidová vlákna vytváří tyto soli vazby se skupinami NH_2 . Nevýhodou však je zhoršení omaku po úpravě. [4]



Obr. 4 – Parafínové emulze se solemi zirkonu [3]

Produkty se dodávají pod obchodním názvem Cerol Z, Perlit AF, Delpuvin SP.

2.1.4.2 Deriváty vyšších mastných kyselin

Tvoří nejmenší skupinu přípravků na hydrofobní úpravu, která je však zajímavá z chemického hlediska dosahované kvality finálních úprav a používá se jen na některé speciální úpravy. [6]

1) Kvartérní aminové sloučeniny

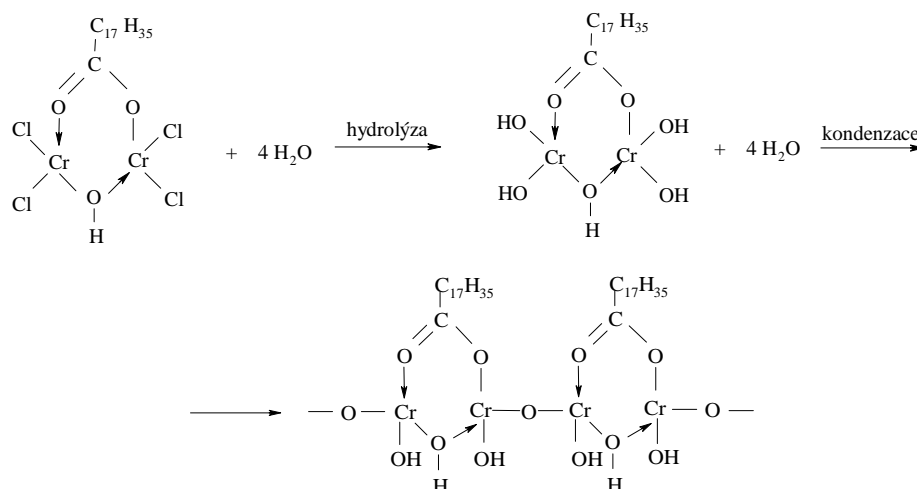
Jedná se o přípravky na bázi pyridinu a vyšších mastných kyselin. Po impregnaci dodávají textilií nejen hydrofobní efekt, ale také příjemný a měkký omak. Sloučeniny zde představují reaktivní produkty, které se váží s OH skupinami celulózy kovalentní vazbou. Při reakci vzniká jako vedlejší produkt hydrochlorid pyridinu. Aby se zabránilo poškození celulóзовého podílu hydrolytickým štěpením glykosidických vazeb, tak se doporučuje tlumení octanem sodným. Při použití přípravků na bázi pyridinu je nutno zajistit odsávání pyridinu a dále intenzivní praní tkaniny v roztoku sody kvůli pyridiniového zápachu. [3]

Obchodní názvy těchto přípravků jsou Velan PF, Zelan AP.

2) Komplexy karboxylových kyselin s chromitými solemi

Tyto sloučeniny se připravují reakcí hydroxochloridu chromitého CrOHCl_2 s vyššími karboxylovými kyselinami v alkalickém prostředí. Úprava je stálejší než předchozí typy úprav, ale v chemickém čištění se účinnost postupně snižuje. Vyšší stálost v praní a ve vodě se vysvětluje koordinační vazbou mezi reaktivními skupinami vláken ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$), chromem a hydrofobním řetězcem karboxylové kyseliny.

Při aplikaci dochází v první fázi k hydrolýze a uvolňování HCl za tvorby bazického komplexu. Kyselinu chlorovodíkovou je nutné při hydrofobizaci neutralizovat octanem sodným. Při zahřátí na teplotu 80°C se tyto komplexy dehydratují a kondenzují. Vzniká vysokomolekulární sloučenina. Vše je znázorněno na obr. 5.



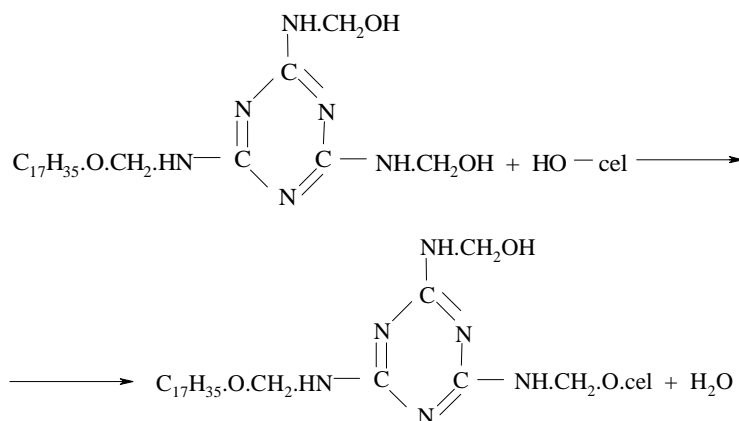
Obr. 5 – Reakce v hydrofobizační lázni

Úprava se hodí na vlnu, syntetická vlákna (PA, PES) a především na bavlnu, kde nepřekáží nazelenalé zbarvení přípravku i lázně.

Přípravky se dodávají pod označením Perlit DW, Hydrofob CR, Spolapret CS, Chromkomplex 4348. [4]

3) Substituované aminoplasty

Jsou to produkty na bázi substituovaných N-hydroxymethylmelaminů nebo N-hydroxymethylmočovín s dlouhými alkyly. Úprava je velmi stálá v praní a v chemickém čištění, protože zreagují všechny volné N-hydroxymetylové skupiny za tvorby hydrofobního filmu na povrchu vláken. Tento film se může částečně vázat s povrchovými molekulami celulózy (-OH skupinami) dle schématu na obr. 6.



Obr. 6 – Reakce pryskyřice s -OH skupinou celulózy

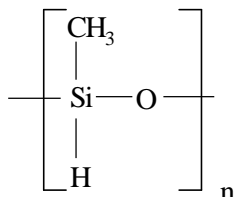
Přípravky jsou vhodné na bavlnu, vlnu, CV a PA, PES. Před aplikací se musí roztavit a emulgovat v přítomnosti kyseliny octové, protože produkty jsou ve vodě nerozpustné. Obchodní názvy přípravků jsou Melafob Z, Stralin WK, Phobotex FTC. [3]

2.1.4.3 Úprava silikony

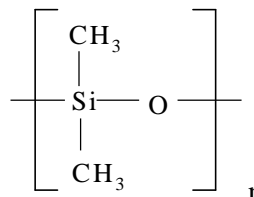
Silikony jsou nejrozšířenější skupinou hydrofobních prostředků, protože vykazují velmi kvalitní vodoodpudivý efekt, upravené textilie mají měkký a hladký omak, nesníženou prodyšnost, nižší mačkavost a stálosti v praní i chemickém čištění jsou velmi dobré. Lze je použít na všechny typy textilních materiálů, ale jejich nevýhoda je relativně vysoká cena a citlivost na předúpravu materiálů. [10]

Křemík a kyslík tvoří základní stavební jednotku silikonů, stabilní Si – O – Si vazba. [11]

Hydrofobizační prostředky na základě silikonů obsahují polymery siloxanů a v textilním průmyslu se používají především dva typy, které jsou zobrazeny na obr. 7, 8 nebo jejich směsi.

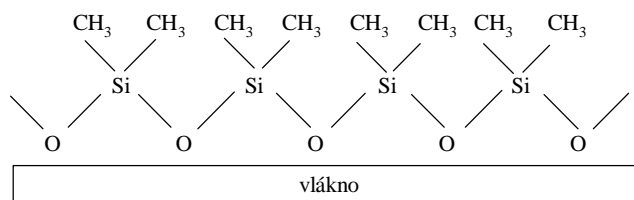


Obr. 7 – Hydrogenmethylpolysiloxan [3]



Obr. 8 - Dimethylpolysiloxan [3]

Hydrofobní efekt zajišťují orientované methylenové skupiny siloxanů, které musí být orientované směrem od povrchu vlákna, aby se získal maximální hydrofobní účinek, jako je to znázorněno na obr. 9.



Obr. 9 – Orientace methylenových skupin vzhledem k povrchu vlákna[3]

Pro polymerace siloxanů a orientace methylenových skupin se používají speciální katalyzátory na bázi anorganické nebo organická sloučenin. [10]

Obchodní označení produktů jsou Perlit SI, SI-SW, Phobotex SI, Lukooil HE 40.

2.1.4.4 Organické sloučeniny fluoru

Tvoří významnou skupinu přípravků pro hydrofobní úpravy. Většinou jsou na základě perfluorovaných sloučenin, resp. polymerů. Dodávají textilním vláknům nejen hydrofobnost, ale i oleofobnost, tj. odpudivost proti olejům.

Úprava fluorovaných sloučenin je založena na vytvoření vrstvy na povrchu materiálu, jejíž povrchové napětí je menší, jako je povrchové napětí kapaliny, která může přijít do kontaktu s materiálem. Na snížení povrchového napětí má vliv chemická konstituce fluoralkylových skupin, délka perfluorovaného řetězce a jeho orientace směrem od povrchu materiálu. Velmi nízké povrchové napětí, vysoká hydrofobita a oleofobita je u alkylového fluorovaného řetězce – C_9F_{19} . [4]

Úprava je vhodná na všechny druhy materiálů, ale největšího efektu se dosahuje u syntetických vláken. Obchodní označení těchto produktů jsou Scotch – Gard FC 154, 208, 310, Zepel B, Pluvion LFC, Tubiguard 66 atd.

2.1.5 Hodnocení hydrofobních úprav

Účinnost hydrofobních přípravků je dána dosaženým efektem a hodnocení se provádí několika způsoby:

- **Metoda pro stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (Spray test)** – stanovuje se podle normy ČSN EN 24920 (80 0827). Podstata

zkoušky je, že se vzorek upevní v držáku lícem nahoru tak, aby směr toku vody byl s podélným směrem plošné textilie. Do skrápěcího zařízení se vlije stanovený objemem destilované vody (250ml) o teplotě 20°C a textilie se zkrápí pod úhlem 45°. Množství vody musí protéci za 20 – 30 s. Hydrofobita se hodnotí se podle etalonů 1 – 5 (5- nejlepší stupeň), podle fotografické srovnávací stupnice nebo přírůstkem hmotnosti v procentech. [12]

- **Stanovení nepromokavosti textilií umělým deštěm** – podle normy ČSN EN 29865 (80 0856). Pomocí této normy se zjišťuje nepromokavost materiálu a s ní související vodoodpudivou a nasákavost. Nejdříve se testovaný vzorek po klimatizování zváží. Dále se vzorek umístí na otáčkový nosič zařízení, na který působí s určitou intenzitou umělý déšť. Nepromokavost se hodnotí množstvím vody, které proteče za určitou dobu. Odperlovací efekt se posuzuje podle etalonu a vyjadřuje se ve stupních odpalovacího efektu v rozmezí A-E (1-5). Nasákavost se určí z hmotnosti vzorku po zkrápění a spočítá se procentní nárůst hmotnosti. [13]
- **Stanovení odolnosti proti pronikání vody (zkouška tlakem vody)** – podle normy ČSN EN 20811 (80 0818), která zjišťuje nepromokavost plošné textilie. Sleduje se zde hydrostatický tlak, při kterém vody proniká zkoušeným materiálem na třech místech. [14]
- **Stanovení savosti vůči vodě** – podle normy ČSN 80 0828. Postupem vztlínání se stanovuje tzv. sací výška v mm. Doba vztlínání se zvolí z řady 10s, 20s, 30s, 60s, 30min. Po uplynutí stanovené doby se měřítkem odečte výška vztlínání. Je nutné zajistit současný odečet všech vzorků. [15]
- **Stanovení nasákavosti plošných textilií** – podle normy ČSN 80 0831. Nejdříve se klimatizovaný vzorek zváží. Dále se vzorek upevní bez napětí na ojhlená ramena stojánku a ponoří se do nádoby s destilovanou vodou o teplotě 20°C na dobu 60 minut. Po uplynutí doby se rámeček se vzorkem vyjme a ponechá se 120 ± 3s ve vertikální poloze aby odkapala přebytečná voda. Nakonec se vzorek zváží a vypočítá se hmotnostní přírůstek vody v %. [16]
- **Drop test – 3M Water Repellency Test II** – principem tohoto testu je smáčivost textilního materiálu pomocí koncentrační řady roztoků, obsahujících izopropylalkohol a vodu v různých poměrech. Čím vyšší je koncentrace izopropylalkoholu, tím více se snižuje napětí roztoku a mění se úhel smáčení při

styku kapaliny s textilií. Zkouška probíhá do té doby, dokud kapka jednoho z roztoků nesmočí zkoušený vzorek po dobu 10 sekund. Stupeň úpravy se značí $(W - 10)$ W – nejhorší hydrofobní úprava a 10 – nejlepší hydrofobní úprava.

- **Měření úhlu smáčení** – jeho hodnota představuje objektivní hodnocení hydrofobnosti povrchu zkoušeného materiálu. Měření kontaktního úhlu lze provádět metodou fotografování. Důležité je si uvědomit, že hodnota tohoto úhlu je funkcí času a při měření se musí počítat s touto časovou závislostí. Pro měření hodnoty kontaktního úhlu je nejlepší použít speciální analyzátor CA-A, který byl vyvinut japonskou firmou Kaimen Kagaku. Tento analyzátor umožňuje určit jednotlivá mezi povrchová napětí a volné povrchové energie mezi fázemi.

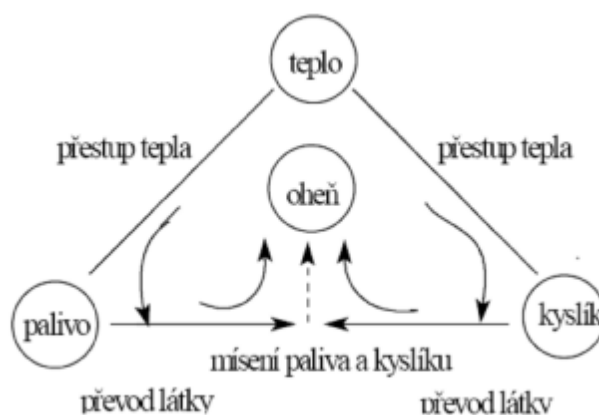
2.2 Nechořlavá úprava

Všechna přírodní a chemická vlákna jsou hořlavá. Cílem nehořlavých úprav je zlepšit odolnost textilií vůči teplu, snížit jejich zápalnost při zachování omaku, barvy a vzhledu. Odolnosti proti hoření se dosahuje aplikací látek na jejich povrch. Alternativou je přidavek specifických látek do spřádacích lázní při polymeraci chemických vláken nebo jejich zabudováním přímo do hmoty vláken, ale použitelnost těchto cest je omezená. [9]

Úlohou nehořlavé úpravy je ochrana života i majetku a tím se liší od ostatních úprav, které plní úlohu pohodlného odívání. Nechořlavou úpravu vyžadují zejména tyto výrobky: ochranné oděvy, dekorační textilie v divadlech, v kinech, bytové textilie (např. záclony, koberce, lůžkoviny), speciální pracovní obleky apod. [17]

2.2.1 Proces hoření

Proces hoření je definována jako složitá soustava fyzikálně – chemických dějů, kde základem procesu je vývoj tepla chemickou reakcí, na kterou navazuje přestup tepla a látek. [18] Proces hoření je podmíněn přítomností tří základních složek – tepla, paliva a kyslíku. Jejich vzájemný vztah je znázorněn na obr. 10.



Obr. 10 – Schéma procesu hoření [10]

Při ustálených podmínkách procesu hoření musí tvorba tepla při exotermických reakcích vyrovnat ztráty tepla do okolí a současně i spotřebu tepla na endotermické

reakce pyrolýzy paliva. Jestliže po zapálení bude materiál samostatně hořet, závisí na energetické bilanci, a proto rozlišujeme při hoření textilních vlákních:

- a) procesy, které energii spotřebovávají
- b) procesy, které energii uvolňují

Pokud je uvolněná energie větší než spotřebovaná tak materiál hoří a naopak, když je uvolněná energie menší než spotřebovaná tak materiál je nehořlavý nebo samozhášející. [4]

2.2.2 Hořlavost textilních materiálů

Proces hoření je vyvolán ohřevem, rozkladem a zapálením hořlavých látek. Podle své podstaty materiály působením tepla buď shoří, taví se nebo můžou zůstat beze změny a teprve při dalším zvýšení účinků energie se rozkládají. [19]

Všeobecně můžeme tedy podle hořlavosti textilní materiály rozdělit na tyto skupiny:

- 1) *hořlavé* - textilie hoří i po vyjmutí z plamene, patří sem celulózová vlákna, len, CV, AC, PP.
- 2) *samozhášející* – textilie, které v plameni hoří, ale po vyjmutí zhasnou a to jsou modakrylová vlákna, vlna, PES, PA.
- 3) *nehořlavé* – textilie v plameni se pouze taví a po vyjmutí z plamene zhasnou. Do této skupiny patří PVC, oxidovaný AC a především vysokou termickou stabilitu mají vlákna na základě aromatických polyamidů (např. Nomex a Fenylon). [10]

2.2.2.1 Limitní kyslíkové číslo

Důležitý údaj o hořlavosti materiálů a účinnosti nehořlavých úprav poskytuje limitní kyslíkové číslo LKČ (= LOI – Limiting Oxygen Index). LKČ vyjadřuje nejnižší koncentraci kyslíku ve směsi s dusíkem (v %) při které materiál začne hořet.

$$LKČ = \frac{[O_2]}{[N_2] + [O_2]} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (2)$$

Nízká hodnota LKČ dokazuje to, že materiál hoří i při malém podílu kyslíku ve směsi. Materiály s hodnotou LKČ pod 20% jsou vysoce hořlavé a nad 25% lze považovat za nehořlavé. [20]

2.2.3 Retardace hoření

Na povrchovou úpravu textilních materiálů se používají různé druhy retardérů hoření. Mechanismus jejich účinku závisí na vlastnostech upravovaného materiálu a na termických vlastnostech retardéru, který zpomaluje chemickou reakci.

Na retardaci hoření bylo navrženo několik teorií [3]:

- Ø *Teorie vrstvy* – předpokládá vytvoření ochranné bariéry na povrchu vláken, která zabraňuje přístup vzduchu v místě hoření.
- Ø *Teorie ochlazování* – předpokládá odčerpání energie ze zóny hoření uvolněním vody, která je latentně vázaná ve vlákně nebo vody, která se uvolňuje z retardéru.
- Ø *Teorie plynová* – vychází z toho, že retardér uvolňuje nehořlavé plyny a páry (N_2 , CO_2), které zředí okolní atmosféru a snižují tak přístup vzduchu k místu hoření a koncentraci hořlavých zplodin v ohnisku hoření.
- Ø *Teorie chemická* – předpokládá ovlivnění teploty pyrolýzy a tím i ovlivnění průběhu pyrolýzy. Retardér pyrolýzu látky ovlivňuje negativně.

Jako retardanty hoření se používají:

- a) anorganické látky
- b) halogensloučeniny
- c) organické sloučeniny fosforu

2.2.4 Druhy nehořlavých úprav

Podle trvanlivosti rozlišujeme úpravy:

2.2.4.1 Dočasná úprava

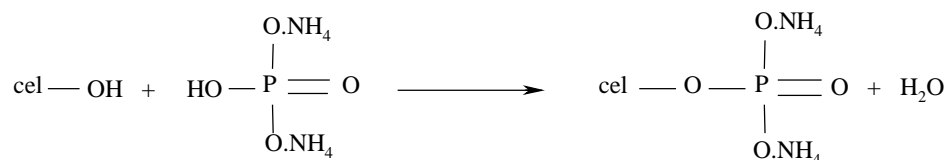
Dočasná úprava (vypratelná) se odstraní z upraveného zboží vodou nebo vypráním a tak se musí po každém vyprání obnovovat. Také se její účinnost snižuje skladováním ve vlhku, potem a potními výpary. Proto je tato úprava vhodná pro textilie, které nepřichází do styku s vodou (např. u levnějších tkanin pro dekorální účely, kulisy atd.) nebo kde nelze aplikovat kvalitnější úpravu z cenových důvodů.

Prostředky pro tento druh úpravy jsou především anorganické soli nebo jejich směsi. V dnešní době se používají hlavně tyto anorganické soli: **hydrogenfosforečnan diamonný** $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, **síran diamonný** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, **bromid amonný** NH_4Br , **borax** $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, **kyselina trihydrogenboritá** H_3BO_3 . Použitím vyšších koncentrací se zhoršuje omak textilie (je drsnější) a také dochází k vykrystalizování těchto solí na povrchu vláken. Obchodní označení některých produktů jsou Akaustan A, Flacavon PS, Synignit B, Flovan FD.

U nás je známý způsob dočasné úpravy pod názvem **Ignis 2**. Tkanina se impregnuje lázní, které obsahuje $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, močovinu a smáčedlo (např. Spolion 8), odmáčkne se a suší při teplotě do 100°C . Poskytuje velmi dobrý nehořlavý efekt. [1]

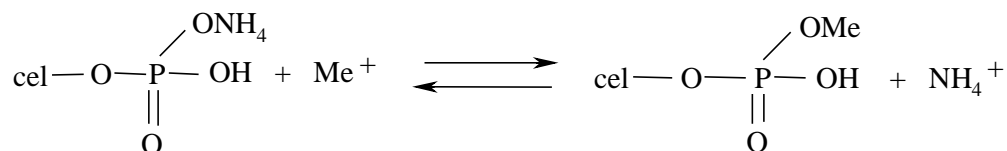
2.2.4.2 Polotrvalá úprava

Patří sem všechny způsoby nehořlavé úpravy, které mají určitou odolnost vůči vypírání, ale nevyhovují normám pro trvalou nehořlavou úpravu. Snížení hořlavosti u této úpravy je založeno na esterifikaci působením H_3PO_4 nebo $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ na celulózu. Reakce je znázorněna na obr. 11.



Obr. 11 – Esterifikace, působením $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ na celulózu [1]

Velkou nevýhodou této úpravy je, že estery působí jako iontoměniče a při praní v mýdlových lázních dochází k výměně amonného kationtu s hořčíkem či vápníkem z vody nebo se sodíkem či draslíkem z mýdla. Tím se tvoří neúčinné soli těchto esterů podle rovnice na obr. 12. Tato nepříjemná vlastnost je důvodem, proč nelze tuto úpravu označit jako trvalou [1].



Obr. 12 – Reakce fosforečného esteru s kovovým iontem [4]

Tuto nevýhodu lze potlačit zpracováním upraveného vzorku textilie v lázních solí zirkonu nebo titanu, dále různých typů kvarterních a aminových sloučenin. Další nevýhodou je velmi vysoký pokles pevnosti vláken (30-40%).

Obchodní označení produktů tohoto typu jsou Pyroset, Banflame. [4]

Jako polotrvalá úprava je známá technologie **Mofos**. Aplikace spočívá v nanesení lázně na materiál, která obsahuje $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, močovina a smáčedlo Spolion 8 při teplotě 50°C. Dále se textilie odmačkne a zasuší při teplotě 100°C. Nakonec se provádí kondenzace při teplotě 145 – 160°C po dobu 10 – 12 minut. Vzniklý fosforečnanový ester celulózy vykazuje výborný nehořlavý efekt, který je bezdožehový. [3]

2.2.4.3 Trvalá úprava

Do této úpravy patří všechny novodobé způsoby, které jsou stálé ve vodě, v praní, a to v alkalické i neutrální lázni neionogenních a anionaktivních tenzidů, v potu, proti vlivům povětrnosti a stálostí v chemickém čištění chlorovanými i nechlorovanými uhlovodíky. Účinnost trvalé nehořlavé úpravy klesne na polovinu až po 20 udržovacích cyklů [1].

Jako prostředky pro tento typ úpravy se používají:

1. Organické sloučeniny obsahující halogen – jedná se o emulze nebo disperze polyvinylchloridu či polyvinylidenchloridu. Jejich účinnost se zvyšuje oxidem

antimonitým Sb_2O_3 , který sám není účinný, ale v kombinaci s halogensloučeninami je dobrým retardérem. Mimo jiné produkty obsahují i další komponenty, které zvyšují retardační schopnost, odstraňují dožeh (H_3BO_3), znemožňují přístup kyslíku (HCl) apod. Přípravky mají obchodní označení Pyroxid, Nopyron, Aflamman. [4]

2. Organické sloučeniny fosforu – zde se jedná o přípravky, jejíž základní součástí jsou sloučeniny fosforu, které využívají synergismus fosfor-dusík. Kombinace sloučenin fosforu a dusíku je podstatně účinnější, než jednotlivé použití těchto sloučenin. Hlavně tyto přípravky musí být hygienicky nezávadné a bez toxických produktů, a tak se zúžil výběr na několik špičkových produktů, které vykazují permanentní, bezdožehovou a vysoce účinnou nehořlavou úpravu.

Zejména se jedná o přípravky na bázi:

- **trisazirinylfosfinoxidu (APO)**
- **tetrakis(hydroxymetyl)fosfoniumchlorid (THPC)**
- **polymerů fosfornitrilchloridu (PNC)**
- **N-hydroxymetylderivátů amidů dialkoxyfosforylkarboxylových kyselin**,
např. Spolapret OS (N-hydroxymetyl-1-3dimetoxymfosforylpropionamid) jedná se o nejznámější prostředek pro trvalou nehořlavou úpravu.

Další obchodní značky produktů pro trvalou nehořlavou úpravu jsou Pyrovatex CP, Akaustan PC. [10]

Do této skupiny nehořlavých úprav se řadí technologie **Pyrofix**. Aplikace je založena na klocování v lázni a sušení. Poskytuje dobrý nehořlavý efekt s místním dožehem bez ztráty pevnosti tkaniny. Nevýhodou je zhoršení omaku, snížení prodyšnosti a ztráta brilance barevného odstínu. Podobný typ úpravy je technologie **KJ**, která má také výborný nehořlavý efekt s místním dožehem. [4]

2.2.5 Zkoušení hořlavosti textilií

Zkoušky hořlavosti se řídí podle toho, v jaké oblasti je textilie použita, protože existují odlišné podmínky při jejím zapálení a hoření. Při zkouškách se vzorek umísťuje tak, aby jeho poloha byla v souladu s praktickým použitím textilie. Podle uspořádání poloh vzorků se rozlišují metody:

- **Horizontální metoda** – při této metodě se vzorek umístí ve vodorovné poloze, kdy je šíření plamene nejpomalejší. Princip zkoušky spočívá v tom, že se vzorek textilie upne do rámečku a zapálení se většinou provede na hraně definovaným plamenem mikrohořáku po dobu 30 sekund. Měří se doba hoření, dožeh a zuhelnatělá plocha. Tato zkouška se provádí např. u podlahových krytin. Další zkoušky pro podlahové krytiny jsou **Maticový test** a **Tabletový test**, kde se hodnotí průměr propálené plochy.
- **Vertikální metoda** – vzorek se upevní ve svislé poloze a vystaví se účinkům zapalujícího zdroje po dobu 2 sekund. Měří se doba zhasnutí plamene, ohořelá délka a zuhelnatělá plocha textilie. Tato zkouška je vhodná u dekoračních tkanin např. závěsy. [3]
- **Metoda se šikmým uložením vzorku** – stanovuje se podle ČSN 80 0824 a provádí se např. na přístroji Pyrostop, kde je umožněno měřit i rychlost hoření. Zkoušený vzorek se nejčastěji zapaluje pod úhlem 45° nebo 60°. Posuzuje se délka zuhelnatění v mm a také délka protržení textilie v mm pod zatížením 100g. Pokud je délka protržení do 5 cm se jedná o výbornou nehořlavou úpravu a protržení nad 15 cm je úprava špatná až nevyhovující. Současně se i sleduje, jestli na zkoušeném vzorku probíhá žhnutí. Kladem této metody je jednoduchost provedení, nízká spotřeba materiálu a dobrá reprodukovatelnost. [21]
- **Oblouková metoda** – zkoušený vzorek se upevní do půlobloukového držáku, který se na jednom konci vystaví plameni hořáku. Na stupnici se odečte úhel, do kterého materiál prohořel a také se hodnotí doba hoření. [3]

Důležité údaje o hořlavosti poskytují i fyzikálně-chemické metody – **Stanovení limitního kyslíkového čísla (LOI)** podle ČSN EN ISO 4589-3 (64 0756), metoda je založena na umístění vzorku ve skleněném válci, kde proudí konstantní rychlostí směs kyslíku s dusíkem. Vzorek se zapálí hořákem a hledá se minimální koncentrace kyslíku ve směsi s dusíkem, při které začne vzorek hořet. Tato směs plynů pak určuje *limitní kyslíkové číslo*. Metoda je velmi přesná a reprodukovatelná. [22]

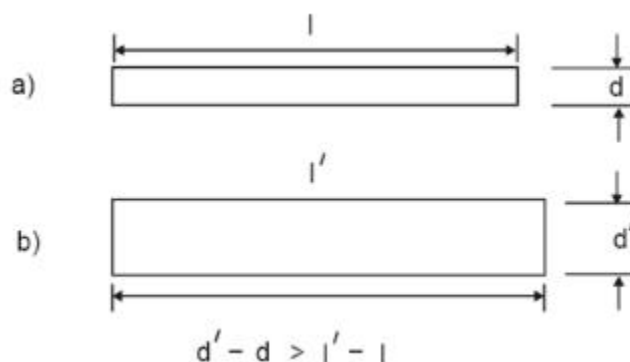
2.3 Nesráživá úprava

Při praní a žehlení se textilní vlákna sráží. Je to způsobeno vlastnostmi samotných vláken a jejich vzájemným ovlivňováním v přízi a ve tkanině.

Cílem chemické nesráživé úpravy je rozměrově stabilizovat textilií jak v podélném (po osnově) tak i v příčném směru (po útku). Tím se dosahuje zbytkové sráživosti 2 až 3%. Tento stabilizační účinek vzniká síťováním, tj. zavedení pevné kovalentní vazby mezi makromolekulární řetězce celulosových vláken nebo uložení reaktoplastů do mezifibrilárních prostor. Síťováním se nejen snižuje sráživost, ale také zlepšuje i další užité vlastnosti např. nešpinivost, nemačkovost. Dosažené efekty úpravy závisí na typu použitého prostředku, reakčních podmínkách, stavu a typu textilie a technologickém postupu. [23]

2.3.1 Bobtnání a sráživost materiálů z celulosových vláken

Pokud ponoříme textilní vlákna do pracích nebo jiných zušlechťovacích lázní tak bobtnají, tj. vlákna přibírají vodu a jejich průřez se zvětšuje více než jeho délka, jak je zobrazeno na obr. 13.



Obr. 13 – Bobtnání celulóového vlákna: a) suché vlákno, b) nabobtnané vlákno [4]

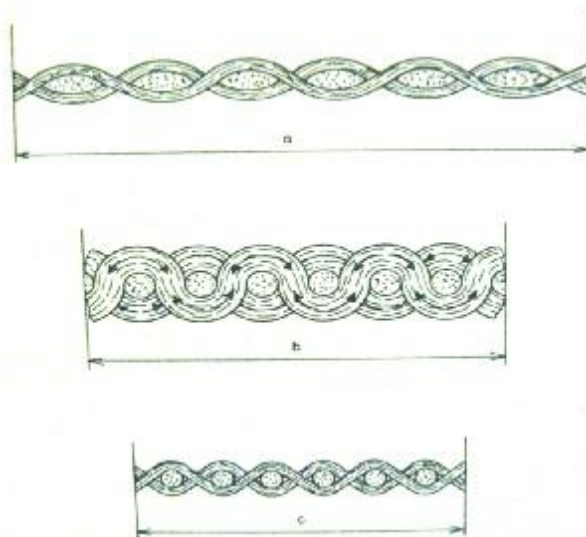
Stupeň bobtnání je přímo závislý na poměru krystalického podílu k amorfnímu ve vlákne. Amorfni oblasti vlákna silně bobtnají, protože jsou snadno přístupné molekulám vody. Krystalické oblasti bobtnají nesnadno, protože molekuly vody

nemohou proniknout mezi sousedící celulóзовé řetězce, které jsou navzájem spojené sítí příčných vazeb.

Celulóзовá vlákna obsahují volné skupiny – OH, které snadno přibírají molekuly vody, které se vážou vodíkovými můstky a vlákna úplně obalují. Celulóзовé řetězce jsou ve vláknech vázány vodíkovými můstky. Tyto vodíkové můstky se při bobtnání rozrušují a mezi řetězce vnikají molekuly vody, které se samy vážou vodíkovými můstky. To je příčinou, že se řetězce od sebe oddělují a vlákno zvětšuje svůj objem (bobtná). Vlákna z regenerované celulózy bobtnají mnohem více než vlákna z nativní celulózy, protože obsahují menší podíl krystalických oblastí.

Bobtnavost má nepříznivý vliv na užitkové vlastnosti výrobků. Jako je především sráživost výrobků při praní, ztráta tvaru při žehlení, malá pevnost výrobků za mokra nebo malá propustnost vzduchu vlhkým zbožím. [1]

Srážení tkanin lze pozorovat již na velmi vlhkém vzduchu, ale mnohem rychlejší a větší srážení probíhá při namočení do vody nebo při praní v teplé lázni za mechanického namáhání. Srážení tkanin po praní je znázorněno na obr. 14.



Obr. 14 – Srážení celulóзовých vláken a) před praním, b) po praní, c) po vysušení [4]

Rozlišuje se sráživost dvojího typu:

- 1) **Relaxační sráživost** – příčinou je uvolnění napětí vláken, které vzniklo během mechanického zpracování (předení, pletení, tkaní) a také při sušení po mokřém zušlechťování.

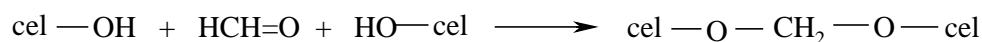
- 2) **Progresivní sráživost** – ta je způsobena povahou vláken resp. bobtnavostí.

Spotřebitelé vyžadují rozměrovou stálost výrobků a to lze dosáhnout pomocí několika způsoby [10]:

- Ø pomocí kompresivního srážení se odstraní relaxační srážení u bavlny a pomocí termofixace u syntetických vláken
- Ø pomocí síťování vláken se vytvoří nové příčné vazby mezi řetězcí
- Ø pomocí blokováním hydrofilních skupin vlákna se omezí progresivní sráživost
- Ø pomocí speciálními vlivy (např. narušení šupinkovité vrstvy chlorováním u vlny, protože vlna má tendenci k plstění, což je doprovázeno srážením)

2.3.2 Síťovací prostředky pro nesráživou úpravu

Nesráživá úprava má význam hlavně pro výrobky z regenerované celulózy. Odstraňuje nedostatky vláken z regenerované celulózy. Tato úprava je založena na ukládání síťovacích prostředků ve vlákne. Vláknata jsou pak pružnější a mají sníženou bobtnavost. [24] V podstatě se jedná o spojení dvou OH – skupin v sousedících řetězcích příčnými vazbami (zesíťování celulózy). Za neúčinnější příčnou vazbu se pokládá methylenový můstek. Tato vazba vzniká při tzv. formalizaci, což je síťování celulózy pomocí formaldehydem, jak je znázorněno na obr. 15. Formaldehyd patří k nejstarším síťovacím prostředkům pro celulózová vlákna, ale je považován za podezřelý karcinogen.



Obr. 15 – vznik methylenových můstků

Síťovací prostředky se dělí podle vlastností a reakčního mechanismu na:

- 1) *samosíťující prostředky* – tyto prostředky v nízkomolekulárním stavu difundují do mezikrystalických oblastí vlákna, kde za podmínek kondenzace reagují převážně mezi sebou za vzniku trojrozměrného polykondenzátu. Vazba s řetězcí vzniká jen velmi málo. [4]

- 2) *reaktanty* – jedná se o bifunkční produkty, které též v nízkomolekulárním stavu difundují do vlákna. Zde především reagují s hydroxylovými skupinami celulózy a tím dochází k síťování. [3]

U nás nejvíce používaných síťovacích prostředků:

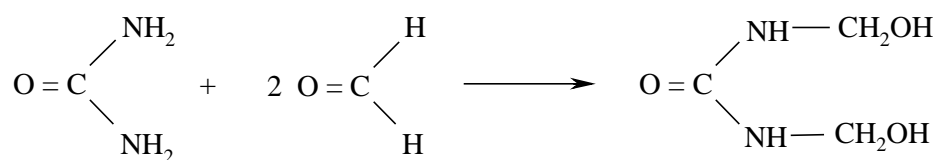
- a) dimetylolmočoviny (DMU)
- b) hexamethylmelaminu (HMM)
- c) dimethylolethylen močovina (DMEU)
- d) dimethyloldihydroxyethylenmočoviny (DMDHEU)

2.3.2.1 Samosíťující prostředky

Do této skupiny patří kondenzační produkty močoviny a formaldehydu, melaminu a formaldehydu částečně nebo úplně esterifikované methanolem.

1) Močovinoformaldehydové předkondenzáty

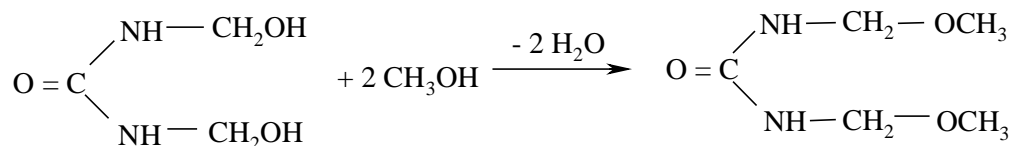
Příprava močovinoformaldehydových předkondenzátů je založena na reakci 1 až 2 molů formaldehydu s 1 molem močoviny v slabě alkalickém prostředí. Reakce je znázorněna na obr. 16.



Obr. 16 – Příprava dimetylolmočoviny (DMU)

Jedná se o čistý, bílý, krystalický prášek a na trhu je k dispozici většinou jako pasta s obsahem 50 % vody. Je vysoce reaktivní a na kondenzaci stačí mírné kondenzační podmínky (140°C, 2 až 3 min.) Důležité je, aby pryskyřice byla uložena uvnitř vláken, nikoliv na povrchu. Textiliím dodává dobrý nesráživý efekt, spojený s určitým stuhnutím. Nevýhoda tohoto produktu je vysoký obsah volného formaldehydu a úpravnické efekty jsou nestálé v chloru. Obchodní označení přípravku je Depremol M.

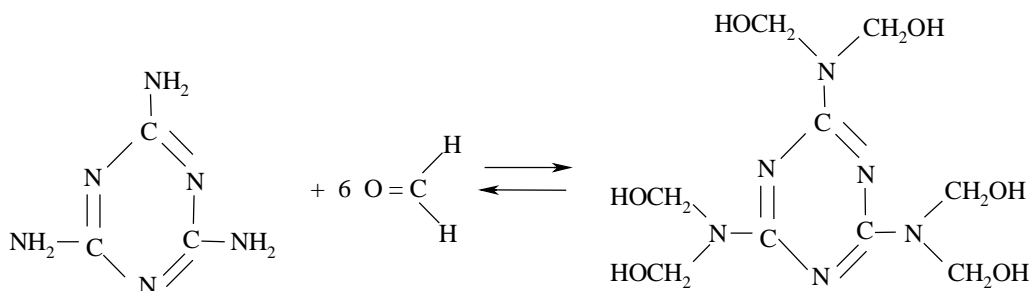
Esterifikací DMU s metanolem, vzniká dimetoxymetylmočovina jak je tomu na obr. 17. Je podstatně stabilnější při skladování i v úpravnických lázních a dodává měkčí omak, oproti DMU. [4]



Obr. 17 – Esterifikace DMU s methanolem

2) melaminoformaldehydové předkondenzáty

Jedná se o deriváty 2,4,6-triamino-1,3,5-triazinu (melaminu). S formaldehydem reagují NH_2 – skupiny melaminu ze vzniku N-hydroxymethylmelaminů dle obr. 18. Nejčastěji se používají tri- nebo hexaderiváty.



Obr. 18 – Příprava hexamethylolmelaminu (HMM)

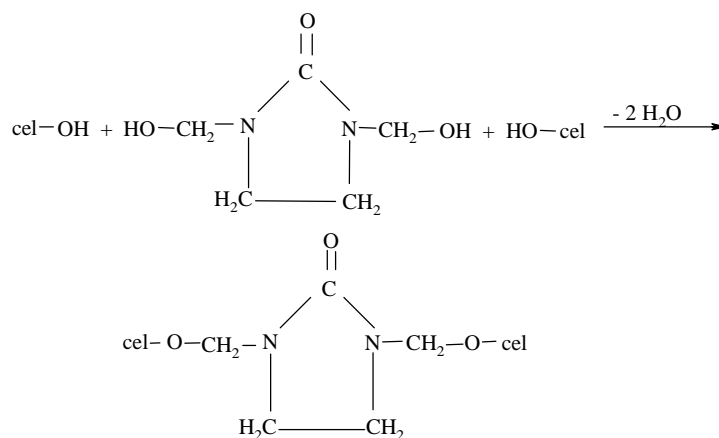
Roztoky melaminoformaldehydových pryskyřic jsou málo stabilní a za určitý čas vznikají v impregnačních lázních nerozpustné vysokomolekulární sloučeniny, které nemohou proniknout do struktury vláken. Proto se provádí esterifikace methanolem, aby se získaly stálé kapalné produkty. Čím vyšší je stupeň esterifikace, tím více nastává reakce s celulózou. Oproti močovinoformaldehydovým pryskyřicím poskytují melaminoformaldehydové pryskyřice horší pružnost a mačkavost, ale vykazují vyšší stálost v praní, v chloru a dobré tužící efekty. Obchodní produkty se vyrábí pod označením Pryskyřice MH, Metazin, Melform. [23]

2.3.2.2 Reaktanty

Reaktivní předkondenzáty nemají na atomech dusíku žádný vodíkový atom pro další reakce, které by vedly k tvorbě nerozpustné trojrozměrné pryskyřice, a tak fungují jako bifunkční činidla síťující celulózu. [3] Do této skupiny patří:

1) dimethylolethylenmočovina (DMEU)

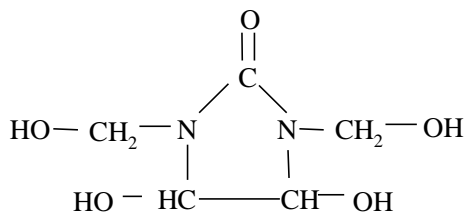
DMEU se slučuje s celulózou tak, že se váže na skupiny – OH sousedících celulóзовých řetězců etherovou vazbou dle obr. 19. Díky tomu má celulóza lepší rozměrovou stálost, sníženou bobtnavost, zvýšenou odolnost proti zmačkání a vysokou stálost v praní za varu. Nevýhodou je malá stálost úpravy v chlóru a nepříznivé ovlivnění světlostálosti, zvláště jsou citlivá reaktivní a substantivní barviva. Obchodní označení DMEU je Fixapret CP. [1]



Obr. 19 – Zesíťování celulózy

2) dimethyloldihydroxyethylenmočovina (DMDHEU)

Tento přípravek patří k nejpoužívanějším reaktantům. Výhoda je, že má relativně nízký obsah volného formaldehydu, neovlivňuje světlostálost vybarvení, úpravy vykazují vysokou odolnost vůči chlóru a umožňuje síťování za vlhka i za mokra, protože vazby C – O a C – N jsou stabilní. Vzorec je znázorněn na obr. 20. U nás se vyrábí pod obchodním názvem Depremol G.

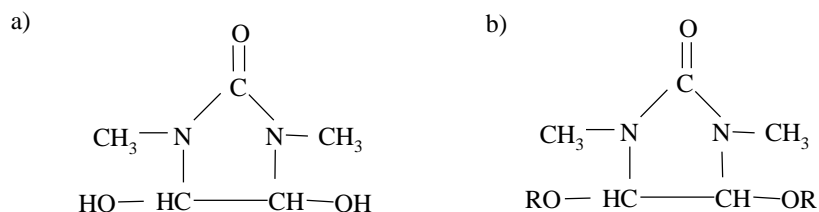


Obr. 20 – Chemický vzorec DMDHEU [4]

Ohledně formaldehydu zde ještě nelze hovořit o úpravách s velmi nízkou emisí formaldehydu.

3) bezformaldehydové reaktanty

Jejich největší výhodou je, že neobsahují formaldehyd. Patří sem dimethyldihydroxyethylenmočovina (DMeDHEU) a její modifikovaný typ esterifikací. Oba prostředky jsou zobrazeny na obr. 21.

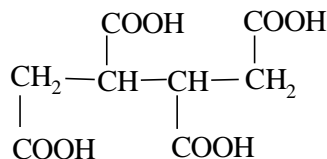


Obr. 21 – Chemické vzorce a) DMeDHEU, b) modifikovaný typ DMeDHEU [4]

Tyto reaktanty mají mnoho nevýhod:

- stabilita vůči hydrolýze ve srovnání s DMDHEU je nižší, tzn. na materiál lze aplikovat úpravu pouze postupem kondenzace za sucha
- DMeDHEU způsobuje na bílém zboží při kondenzaci žloutnutí
- musí se zvýšit koncentrace přípravku, aby se dosáhlo stejných efektů jak u DMDHEU
- cenově jsou dražší

Další možností bezformaldehydových reaktantů jsou přípravky na bázi polykarboxylových kyselin. Nejvíce se používá butantetrakarboxylová kyselina (BTCA) dle obr. 22, které musí splňovat podmínky funkčnosti, požadovaných efektů, stálosti i cenově.



Obr. 22 – Chemický vzorec butantetrakarboxylové kyseliny (BTCA)

2.3.3 Hodnocení nesráživé úpravy

Kvalita nesráživé úpravy se hodnotí podle rozměrových změn po délce (osnově) a po šířce (útku) tkaniny před a po provedení zkoušky. Výsledky se vyjadřují v %. Změna rozměrů se značí (-) dochází ke srážení nebo (+) dochází k vytažení. Nejčastěji používané metody:

- **Metoda zjišťování rozměrů po praní a sušení** – stanoví se podle normy ČSN EN 25077 (80 0822). Nejdříve se změří výchozí rozměry po délce a po šířce zkoušeného vzorku. Dále se vzorek podrobí praní a sušení. Po vyprání a usušení se vzorek znovu změří. Nakonec se vypočítá změna rozměrů vzorku. [25]
- **Metoda zjišťování změn rozměrů po žehlení za vlhka** – stanoví se podle normy ČSN 80 0823. Výchozí teploty žehlení jsou 110°C, 150°C, 200°C. Zkoušený vzorek se umístí na podložku a přikryje se žehlícím plátnem, které bylo namočeno ve vodě. Přirytý vzorek se v lisu ponechá při stanovené teplotě po dobu 3 minuty. Po uplynutí této doby se vrchní deska odklopí a ze vzorku se nechá unikat pára. Tento žehlící cyklus se opakuje do té doby, dokud je textilie vysušena, tj. po odklopení žehlící desky už nevystupuje pára ze vzorku. Po provedení zkoušky se změří vzdálenost mezi značkami. [26]

2.4 Měkčící úprava

Měkčící úpravu zařazujeme do úprav omaku, které zajišťují vzhledové vlastnosti a tím zvyšují prodejnost výrobků a spotřebitelský komfort při užívání. Omak textilií závisí na druhu vláken, na konstrukci textilií a během zušlechťování je nepříznivě ovlivňován technologickými operacemi (např. vysokou teplotou při sušení, tvrdou vodou a extrémními hodnotami pH zušlechťovacích lázní). [10]

Účel měkčící úpravy je oživit suchý, tvrdý, nepružný omak textilií a také slouží ke korekci omaku některých speciálních úprav. Úprava dodává i antistatické účinky. Aplikuje se především na bavlněné a jiné celulózové materiály. Nanášejí se z poslední prací lázně po barvení nebo se nanášejí před sušením. [9]

2.4.1 Používané měkčící přípravky

Používaná změkčovadla jsou v současné době na podkladě tuků, olejů a silikonů, které obsahují dlouhý uhlíkatý řetězec obsahující nejčastěji 16 až 18 uhlíkových atomů. Tento řetězec musí převládat nad hydrofilní částí, která v některých případech může dokonce chybět. Z tohoto hledisky můžeme přípravky dělit na [23]:

- **přípravky bez afinity k vláknům**
- **přípravky s větší či menší substantivitou k vláknům**

Požadavky na změkčovadla jsou stálost ve vodě, nízká prchavost a nesmí zabarvovat textilní materiál. Vlivem dlouhodobého skladování přípravku nebo zvýšení teploty lázně dochází k žloutnutí materiálu. Výhodná je možnost, že apretační lázeň může obsahovat i jiné zušlechťovací prostředky (např. plniva, tužidla, antiseptické látky nebo opticky zjasňovací prostředky). [4]

2.4.1.1 Přípravky bez afinity k vláknům

Jedná se v podstatě o velmi jemné disperze vosků, olejů, parafínu a tuků, kde jako emulgátory a dispergátory působí látky povrchově aktivní nebo koloidní povahy.

Při aplikaci tvoří na povrchu vlákna velmi tenkou, vláchnou a dobře lpící vrstvičku. Tato vrstvička současně zaplňuje všechny nedostatky v povrchové struktuře vlákna a tím příslušný textilní materiál změkčí. Obchodní označení těchto přípravků jsou Spolapret PE a Adalin 1167. [3]

2.4.1.2 Přípravky se substantivitou k vláknům

Do této skupiny patří takové chemické sloučeniny, které se na vlákno vytahují přímo z aplikační lázně. Můžou se nanášet na fuláru krátkou lázní, postřikováním nebo máčením. Ve většině případů lze užít i vytahování z barvicí lázně nebo z konečné samostatné lázně vytahovacím způsobem.

Podle chemického hlediska se změkčovadla dělí na [23]:

1) Anionaktivní

Patří mezi nejstarší typy změkčovadel. Jsou to prakticky všechny sulfatované a sulfonované rostlinné oleje, tuky, vyšší alifatické alkoholy a vyšší karboxylové kyseliny. Poskytují dobrý změkčovací efekt, nezhoršují koloristické vlastnosti, jsou omezeně kombinovatelné, méně stálé a účinné. Názvy některých anionaktivních změkčovadel jsou Renovan E, Stokotal UFS, Velustrol NE, Persoftal FA, SWA.

2) Kationaktivní

Jedná se dosud o nejrozšířenější a nejvíce používané přípravky, zvláště vzhledem ke své substantivitě. Kladně nabité koloidní částice přípravků jsou přitahovány na záporně nabitý povrch textilního vlákna a jsou poutány poměrně pevnou fyzikálně - chemickou vazbou. [27] Používají se na většinu textilních výrobků, jak z přírodních tak ze syntetických vláken. Příznivě ovlivňují mokré stálosti obarveného materiálu s aniontovými barvivy.

V podstatě se jedná o produkty kvarternizací dusíkatých sloučenin, ve kterých je přítomen alespoň jeden dlouhý substituovaný uhlíkový řetězec. Nejčastěji jsou prostředky s uhlíkovým řetězcem C₁₀ až C₁₈.

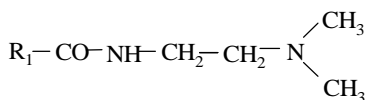
Podle chemického složení se dělí na:

Ø *Kvarterní sloučeniny typu amoniových solí* – jejich znakem je typická stavba molekuly. Odolávají vůči silnějším alkáliím, tvrdé vodě a některým iontům. Převážná většina přípravků jsou distearylderiváty, které mají dva dlouhé a dva krátké alkylové řetězce vázané na dusíku proto, aby nedošlo ke sterickému bránění.

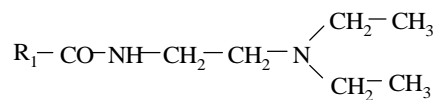
Ø *Kondenzační produkty vyšších karboxylových kyselin a polyaminy* – do této skupiny patří:

- **nesymetrický dimethylethylendiamin, diethylethylendiamin**, viz. obr. 23.

a)

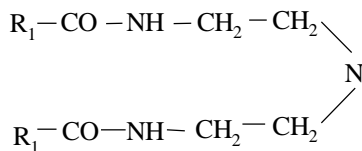


b)



Obr. 23 – a) dimethylenethylendiamin, b) diethylethylendiamin

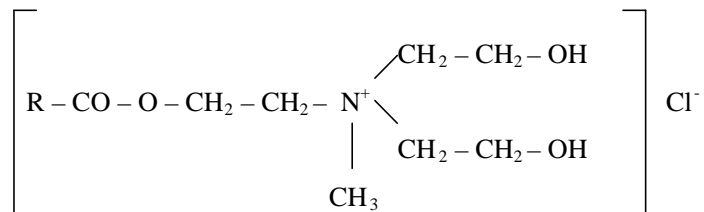
- **polyaminy**, viz. obr. 24



Obr. 24 – Chemický vzorec diethylentriaminu [23]

Příklady obchodních značek těchto kationaktivních přípravků jsou Sapamin OC, Syntamin OC, J, Leomin KP.

Ø *Kondenzační produkty vyšších karboxylových kyselin s methylolaminy* – kvarternizace se provádí převážně dimethylsulfátem, alkylhalogenidy. Kvarternizovaná sloučenina je znázorněna na obr. 25.

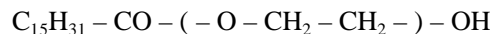


Obr. 25 – Karboxylová kyselina s methylolaminem a s následnou kvarternizací s metylchloridem [3]

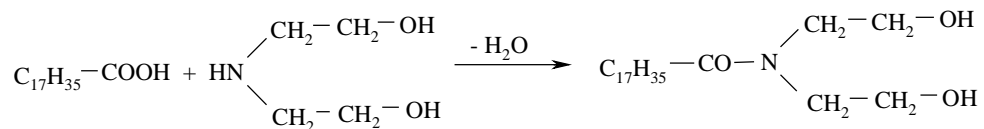
Obchodní názvy jsou Soromin A, Syntamin A, PA, KX, Sebosan AS.

3) Neionogenní

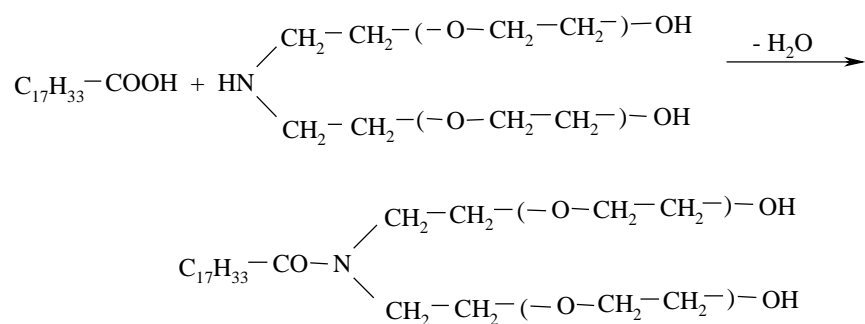
Neionogenní změkčovadla jsou oproti anionaktivním a kationaktivní stálejší proti solím těžkých kovů a alkalických zemin. Mají možnost libovolné kombinovatelnosti s jinými úpravnickými prostředky, ale mohou negativně ovlivnit stálostí vybarvení v otěru polyesterových vláken. Jedná se většinou o kondenzáty ethylenoxydu s kyselinou palmitovou dle obr. 26, stearovou a olejovou. Dále se jedná o kondenzáty těchto kyselin s alkylolaminy dle obr. 27 nebo oxethylovanými alkylolaminy dle obr. 28.



Obr. 26 – Kondenzáty ethylen oxidu s kyselinou palmitovou



Obr. 27 – Kondenzáty kyseliny stearové s alkylolaminy



Obr. 28 – Kondenzáty kyseliny olejové s oxethylovanými alkylolaminy

Přípravky mají obchodní označení Syntamin NI, Slovaviv SG 50, Persoftal FN.

2.4.2 Hodnocení měkčící úpravy

Na hodnocení této úpravy bylo navrženo již několik objektivních metod, ale nejčastěji se omak textilie posuzuje skupinou hodnotitelů a výsledky se statisticky zpracovávají. [3]

2.5 Komfort textilií

Komfort je stav lidského organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané všemi lidskými smysly kromě chuti. Jedná se podstatě o pocit pohody, protože nepřevládají pocity tepla ani chladu a je možná v tomto stavu setrvat a pracovat. Pokud nastanou nepříjemné pocity tepla nebo chladu, tak se jedná o *diskomfort*. [28]

Komfort se dělí na:

- **psychologický**
- **sensorický**
- **termofyziologický**
- **patofyziologický**

Psychologický komfort oděvů

Můžeme konstatovat, že psychologický komfort je záležitostí myšlení. Co se může zdát pro jednu skupinu lidí (národ, kmen) jako vhodný oděv, tak pro jinou skupinu to může být nevhodné až nepřijatelné.

Sensorický komfort oděvů

Tento typ komfortu zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém dotyku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity, které vznikají při styku pokožky a textilie mohou být příjemné, jako je pocit měkkosti, splývavosti nebo nepříjemné, jako je pocit vlhkosti, škrábání, kousání, lepení. [29]

Senzorický komfort lze rozdělit na [28] :

Komfort nošení oděvů, který zahrnuje:

- Ø povrchovou strukturu použitých textilií
- Ø vybrané mechanické vlastnostmi ovlivňujícími rozložení sil a tlaků v oděvním systému
- Ø schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti. Tento poslední bod souvisí s fyziologickým komfortem

Omak, který je založený na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Lze ho charakterizovat těmito vlastnostmi:

- Ø hladkostí (součinitelem povrchového tření)
- Ø tuhostí (ohybovou a smykovou)
- Ø objemností (lze nahradit stlačitelností)
- Ø tepelně-kontaktním vjemem

Termofyziologický komfort oděvů

Je označován jako stav lidského organismu, v němž jsou termofyziologické funkce v optimu a je subjektivně vnímán jako teplotní pohodlí. Dále je uvažován jako fyziologicky respektive fyzikálně interpretovaná veličina s jistými subjektivními vlivy. Měří se na přístrojích Alambeta a Permetest. [30] Tento komfort textilií budeme měřit v této práci.

Termofyziologický komfort oděvů lze charakterizovat pomocí dvou základních parametrů: **tepelného a výparného odporu**. Výparný odpor charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou vznikající v důsledku odparu potu. Zde je pak důležité rozlišovat celkový výparný odpor oděvu a výparný odpor vrstvy vnějšího přilehlého vzduchu, tzv. mezní vrstvy. Také i celkový odpor oděvu sestává z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy. Záleží zde tedy na vlhkostním gradientu. [29]

Optimální podmínky, za kterých nastává termofyziologický komfort jsou:

- Ø teplota pokožky $33 - 35^{\circ}\text{C}$
- Ø relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- Ø rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm/s}$
- Ø obsah CO_2 $0,07\%$ vznikající pod oděvem, který dává tělu pocit chladu
- Ø nepřítomnost vody na pokožce

Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort se zabývá působením patofyziologicko-toxických vlivů, které ovlivňují nošení oděvních materiálů. Jedná se o působení chemických

substancí, obsažených v materiálu, z něhož je oděv vyroben a mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce. Působení patofyziologických vlivů je závislé na subjektivní odolnosti lidské pokožky proti účinkům chemických látek obsažených v materiálu (alergie) a na podmínkách růstu kultur mikroorganismů vyskytujících se v mikroklimatu omezeném povrchem lidského těla a textilií. Oděv může na pokožce dokonce vyvolat dermatózu tj. kožní onemocnění. [28]

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část této bakalářské části se zabývá:

- Ø popisem jednotlivých bavlněných tkanin
- Ø popisem použitých úpravnických prostředků
- Ø aplikací bavlněných tkanin hydrofobní, nehořlavou, nesráživou a měkčící úpravou
- Ø měření upravených a neupravených bavlněných tkanin na přístroji Alambeta za sucha
- Ø měření upravených a neupravených tkanin na přístroji Alambeta po aplikaci potního impulsu
- Ø měření upravených a neupravených tkanin na přístroji Permetest
- Ø měření upravených a neupravených tkanin na přístroji TEXTTEST FX 300

3.1 Charakteristika použitých materiálů

V celé experimentální části jsou používány tři druhy tkaných bavlněných textilií bílé barvy.

Tab. 1 - Parametry bavlněných tkanin

Název tkaniny	Složení materiálu	Plošná hmotnost [g.m ⁻²]	Dostava osnovy [nití/1cm]	Dostava útku [nití/1cm]	Vazba
Sara	100% ba	145	26	23	plánová
Polar	100% ba	200	41	20	atlasová
Karel	100% ba	240	32	18	keprová

3.2 Charakteristika úpravnických látek a jejich dávkování dle informačních listů pro jednotlivé finální úpravy

Na hydrofobní finální úpravu byly použity tyto přípravky:

Depluvin SP – jedná se o vodnou disperzi parafinu a zirkonového mýdla s obsahem rozpouštědel. Používá se pro rostlinná, živočišná, syntetická vlákna a jejich směsi.

Vlastnosti výrobku - mléčná bílá emulze

- kationaktivní charakter
- emulgovatelný ve studené vodě
- stálý v mírně kyselém prostředí
- stálé efekty v povětrnosti

Dávkování: 90 g/l Depluvinu, impregnace na materiál při teplotě 20°C až 30°C a pH lázně 4 – 4,5 je nastaveno kyselinou octovou.

Teplota sušení při 100°C až 130 °C.

Lukofix T 40 D – silikonový hydrofobizační přípravek, který je vhodný pro všechny druhy materiálů.

Složení: emulze polyhydrogenmetylsiloxanu

Vlastnosti výrobku - mlékovitě bílá emulze

- kationaktivní charakter
- poskytuje hladký splývavý omak
- příznivě ovlivňuje povrchový vzhled upravovaného materiálu
- poskytuje stálost v chemickém čištění

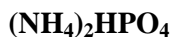
Dávkování: 20 – 40 g/l Lukofixu T 40 D

10 – 20 g/l Katalyzátoru C 43 nebo C 48

1 – 2 ml/l kyseliny octové

Po naklocování se materiál suší při teplotě 120°C – 140°C a dále potom následuje tepelné zpracování 3 – 5 minut o teplotě 150°C – 160°C.

Použitá chemikálie pro dočasnou a polotrvalou nehořlavou úpravu je:



Vlastnosti - krystalická pevná látka

- bílá až nažloutlá barva
- rozpustný ve vodě
- nehořlavý

Používá se k impregnaci tkanin v dosti vysokých koncentracích, tím dochází ke zhoršení omaku, který se stává drsnější a studený.

Dávkování pro dočasnou úpravu (metoda Ignis 2): 120 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

30 g/l močoviny

0,5-1 g/l Spolionu 8

Po impregnaci se materiál zasuší při teplotě 100°C.

Dávkování pro polotrvalou úpravu (metoda Mofos): 200 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

40 g/l močoviny

1-2 g/l Spolionu 8.

Zasušení při 100°C a po usušení následuje kondenzace při teplotě 145-160 °C po dobu 12-15 minut.

Přípravek pro nesráživou úpravu:

Depremol G – je složen z reaktivní pryskyřice na bázi polyfunkční monomerní heterocyklické N – metylové sloučeniny. Především je určen pro úpravu z celulózových vláken a jejich směsí se syntetickými vlákny.

Vlastnosti výrobku - čirá, bezbarvá až nažloutlá kapalina

- kationaktivní přípravek
- slabý zápach po formaldehydu
- úpravy jsou stálé v praní i ve vyvážce
- u vybarvení substantivními a reaktivními barvivy neovlivňuje stálost na světle

Dávkování: 50 g/l Depremolu G

6 g/l krystalického MgCl_2

2 g/l Slovafolu 909

Nejdříve se materiál po impregnaci zasuší do 100°C a dále upravuje kondenzací při 160°C po dobu 4 minuty.

Přípravek pro měkčící úpravu:

Syntamin NI – jedná se o kondenzační produkt alkylolaminu s vyšší mastnou kyselinou. Používá se na všechny druhy textilních materiálů.

Vlastnosti výrobku - nažloutlá, polotuhá pasta

- neionogenní charakter
- odolnost vůči kyselému a alkalickému prostředí (pH 4-11)
- nízká pěnivost

Dávkování: 30 g/l Syntaminu NI.

Zasušení materiálu při 80°C.

3.3 Příprava a aplikace úprav na textilie

Hlavním úkolem bylo připravit klocovací lázně hydrofobní, nehořlavé, nesráživá a měkčící finální úpravy. U hydrofobní úpravy byly aplikovány na bavlněnou tkaninu dva hydrofobní prostředky Depluvin a Lukofix. Dále u nehořlavé úpravy byla použita dočasná a polotrvalá nehořlavá úprava. Dané koncentrace úpravnických prostředků pro danou finální úpravu jsou uvedeny v kap. 3.2.

Nejdříve byly připraveny vzorky bílých bavlněných tkanin různých plošných hmotností o rozměrech 0,0630m² (0,3 x 0,21). Na tyto vzorky tkanin byly klocovacím způsobem aplikovány klocovací lázně vyrobené z úpravnických prostředků o třech různých koncentracích pro každou z úprav. Všechny lázně byly doplněny destilovanou vodou na celkový objem 500 ml.

Volené koncentrace úpravnických přípravků: Depluvin	70-90-120	g/l
Lukofix	12,5-25-37,5	g/l
(NH ₄) ₂ HPO ₄	90-120-150	g/l
(NH ₄) ₂ HPO ₄	180-200-220	g/l
Depremol G	35-50-65	g/l
Syntamin NI	20-30-40	g/l

Při klocování fulárem bylo nutno napočítat mokré přivažek tak aby výsledná koncentrace v g/l přípravku na 1m² textilie bylo podle předpokladu. Volený mokré přivažek byl 80 ± 2 %.

Po naklocování vzorků textilií hydrofobními přípravky bylo provedeno sušení v horkovzdušné sušárně při 130°C a textilie nanesené přípravkem Lukofix byly tepelně zpracovány při 155°C po dobu 5 minut. U dočasné a polotrvalé nehořlavé úpravy byly vzorky po naklocování zasušeny při teplotě 100°C a dále následovala kondenzace při teplotě 150 °C po dobu 15 minut u textilií nanesených polotrvalou nehořlavou úpravou. Naklocované vzorky nesráživou úpravou byly zasušeny při 100°C a dále upraveny kondenzací při 160°C po dobu 4 minut. Textilie upravené měkkící úpravou byly zasušeny při 80°C.

Nakonec byly všechny vzorky vyžehleny a připraveny k měření termofyziologického komfortu na přístrojích Alambata, Permetest a TEXTTEST FX 3300.

3.3.1 Výpočet mokrého přivažku a přípravy klocovacích lázní s ohledem na požadované množství úpravnického přípravku naneseného na 1 m² textilie

Pro zjednodušení výpočtů se předpokládá, že 1g = 1 ml lázně pokud je hustota lázně 1 kg.l⁻¹.

Použité vztahy:

$$S = \frac{1.m_1}{A} \quad (3)$$

kde S plošná hmotnost textilie [g.m⁻²]

m₁ hmotnost suchého neupraveného vzorku o rozměrech A [g]

A rozměry vzorku [m²]

$$H_c = \frac{S.P}{100} \quad (4)$$

kde H_c nános lázně na 1 m² při zvoleném mokrému přivažku P [g]

P zvolený mokrý přivažek [%]

Z toho vyplývá, že vzorek po naklocování s předepsaným mokrým přivažkem zvýší svou hmotnost o H_c.

$$M_c = S + H_c \quad (5)$$

kde M_c celková váha 1 m² textilie po naklocování

$$C = \frac{H_c \cdot D}{1000} \quad (6)$$

kde C množství úpravnické v g na 1 m² textilie [g.m²]

D koncentrace úpravnického přípravku v klocovací lázni dle daných receptur [g.l⁻¹]

$$P = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (7)$$

kde P skutečný mokrý přívažek [%]

m_1 hmotnost suchého neupraveného vzorku textilie [g]

m_2 hmotnost upraveného mokrého vzorku textilie [g]

Skutečné mokré přívažky a skutečné množství úpravnických látek pro jednotlivé konečné úpravy jsou uvedeny v následujících tabulkách 2-7.

Tab. 2- Hydrofobní úprava – nanesené množství úpravnické látky (Depluvín) na bavlněné textilii

Tkanina	Skutečný mokrý přívažek [%]	Skutečná konc. Depluvínu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvínu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvínu v textilií [g.g ⁻¹]
Sara	81,9	71,8	7,8	0,054
	78,0	87,8	9,6	0,066
	78,9	108,6	11,8	0,081
Polar	78,0	68,2	11,3	0,057
	81,9	92,3	15,3	0,076
	78,3	107,8	17,9	0,090
Karel	78,0	68,3	12,7	0,053
	79,4	89,3	16,6	0,069
	80,7	110,9	20,7	0,086

Tab. 3 - Hydrofobní úprava – nanesené množství úpravnické látky (Lukofix) na bavlněné textilie

Tkanina	Skutečný mokrý přivažek [%]	Skutečná konc. Depluvinu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvinu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvinu v textili [g.g ⁻¹]
Sara	81,9	12,8	1,4	0,010
	82,1	25,7	2,8	0,021
	79,5	37,2	4,0	0,030
Polar	81,8	12,7	2,1	0,010
	82,1	25,5	4,2	0,020
	80,9	37,9	6,2	0,030
Karel	77,9	12,2	2,3	0,010
	78,6	24,6	4,6	0,019
	80,1	37,6	7,0	0,030

Tab. 4 - Dočasná nehořlavá úprava (metoda Ignis 2) – nanesené množství úpravnické látky (NH₄)₂HPO₄ na bavlněné textilie

Tkanina	Skutečný mokrý přivažek [%]	Skutečná konc. Depluvinu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvinu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvinu v textili [g.g ⁻¹]
Sara	81,7	91,8	10,1	0,070
	79,8	119,6	13,1	0,090
	78,0	146,5	16,1	0,111
Polar	78,0	87,8	14,5	0,070
	77,9	116,8	19,3	0,096
	81,5	152,9	25,2	0,126
Karel	77,9	87,7	16,1	0,070
	77,5	116,2	21,3	0,090
	82,0	153,8	28,2	0,120

Tab. 5 - Polotrválá nehořlavá úprava (metoda Mofos) – nanesené množství úpravnické látky (NH₄)₂HPO₄ na bavlněné textilie

Tkanina	Skutečný mokrý přivažek [%]	Skutečná konc. Depluvinu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvinu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvinu v textili [g.g ⁻¹]
Sara	81,8	183,8	20,1	0,140
	82,1	205,6	22,5	0,160
	81,6	224,6	24,6	0,170
Polar	82,0	184,2	30,5	0,150
	81,9	205,0	33,9	0,170
	79,8	219,6	36,4	0,180
Karel	80,0	180,0	33,7	0,140
	81,8	204,4	38,3	0,160
	82,2	226,3	42,4	0,180

Tab. 6 - Nesráživá úprava – nanesené množství úpravnické látky (Depremol G) na bavlněnou textilii Sara

Tkanina	Skutečný mokrý přivažek [%]	Skutečná konc. Depluvinu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvinu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvinu v textili [g.g ⁻¹]
Sara	78,2	34,2	3,8	0,026
	78,0	48,7	5,4	0,037
	77,8	63,2	7,0	0,050
Polar	80,1	35,1	5,8	0,029
	81,2	50,7	8,4	0,042
	82,0	66,6	11,0	0,055
Karel	80,3	35,1	6,6	0,028
	81,0	50,6	9,5	0,040
	80,5	65,4	12,3	0,050

Tab. 7 - Měkkící úprava – nanesené množství úpravnické látky (Syntamin NI) na bavlněné textilie

Tkanina	Skutečný mokrý přivažek [%]	Skutečná konc. Depluvinu [g.l ⁻¹]	Skutečné množství Depluvinu [g.m ⁻²]	Skutečná konc. Depluvinu v textili [g.g ⁻¹]
Sara	80,1	19,8	2,2	0,015
	81,5	29,7	3,4	0,024
	79,8	39,8	4,4	0,030
Polar	79,0	19,8	3,2	0,016
	79,2	29,7	4,9	0,025
	79,6	39,8	6,5	0,033
Karel	80,9	20,2	3,8	0,016
	80,4	30,1	5,6	0,023
	79,8	39,8	7,5	0,031

3.4 Měření termofyziologického komfortu

Měření neupravených a upravených bavlněných tkanin probíhalo na Katedře hodnocení textilií na technické univerzitě v Liberci.

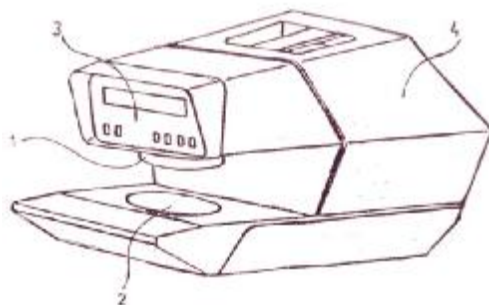
3.4.1 Přístroj Alambeta

Jedná se o poloautomatický počítačem řízený přístroj, který měří termofyziologický komfort. Přístroj podává informace o tloušťce materiálu, tepelném odporu, tepelném toku, tepelné jímavosti, tepelné vodivosti a teplotní vodivosti. Má

schopnost zároveň s měřením vyhodnocovat statistické hodnoty naměřených údajů a také obsahuje autodiagnostický program zabraňující chybným operacím přístroje. [31]

3.4.1.1 Popis přístroje

Přístroj se skládá z vyhřívací měřicí hlavice (1), měřicí podložky (2), ovládacího panelu s displejem (3), řídicí, vyhodnocovací počítačové jednotky (4) a mechanické části, umožňující pohyb měřicí hlavy a zajišťující její definovaný přítlak. Schéma přístroje Alambeta je znázorněno na obr. 29,30. Principem přístroje je matematické zpracování časového průběhu tepelných toků od neustáleného až do ustáleného stavu, které procházejí v důsledku rozdílných teplot spodního (teplota okolí) a horního povrchu zkoušeného vzorku. Přiložením vyhřívací hlavice, která je zahřátá na teplotu 32°C se teplota horního povrchu vzorku (22°C) zvýší o teplotu vyšší než okolí (o 10°C resp. 40°C) na povrchu vzorku. V tomto okamžiku počítač začne zaznamenávat průběh tepelného toku. Měření se provádí za sucha i za mokra, protože změny tepelného omaku textilií způsobuje změna jejich vlhkosti. [32]



Obr. 29,30 – Přístroj Alambeta pro měření propustnosti textilií pro teplo [32]

3.4.1.1.1 Měřící parametry přístroje

- **Tloušťka materiálu h [mm]**
- **Měrná tepelná vodivost $[W.K^{-1}.m^{-1}]$** – představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvořit rozdíl teplot 1 K. S rostoucí

teplotou teplotní vodivost klesá. Výsledná hodnota se dělí 10^3 . Čím vyšší má materiál vodivost, tím méně izoluje. Materiály se označují za vodiče, když mají vysokou hodnotu tepelné vodivosti a pokud mají nízkou hodnotu tepelné vodivosti, tak se jedná o izolátory. Materiál, který izoluje hůře, nezadržuje tolik tepla, jako materiál izolující lépe. [33]

- **Tepelný odpor r [$\text{W}^{-1}\text{K}\cdot\text{m}^2$]** – tato veličina je dána poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné kapacity. S rostoucí tloušťkou materiálu stoupá i jeho tepelný odpor. Se zvyšující se vlhkostí tepelný odpor klesá. Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor. Hodnota se dělí 10^3 . Tepelný odpor nám tedy určuje, jak bude velká izolace. Kvalitní tepelnou izolaci resp. textile je méně schopná odvádět teplo, udává nízká tepelná vodivost a vysoký tepelný odpor. To platí u materiálů z vlny. [33]

$$r = \frac{h}{I} \quad (8)$$

- **Tepelná jímavost b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]** – jedná se o povrchovou veličinu a z toho vyplývá, že záleží na struktuře povrchu a podle něj je jímavost vyšší nebo nižší. Představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Výslednou tepelnou jímavost dostaneme ze vztahu:

$$b = \sqrt{I \cdot r \cdot c} = \frac{I}{\sqrt{a}} \quad (9)$$

Jestliže má textilní materiál vysokou tepelnou jímavost, tak tkaniny pojmu více tepla a jejich povrch pociťujeme jako studený při subjektivním hodnocení a pokud má malou jímavost, vnímáme ho jako teplý. [28]

- **Tepelný tok q [W/m^2]** – je množství tepla šířící se z ruky (hlavice přístroje) o teplotě t_2 do textile o počáteční teplotě t_1 za jednotku času. Je to povrchová veličina a závisí na tepelné jímavosti. Vychází ze vztahu:

$$q = b \frac{\Delta t}{\sqrt{p \cdot t}} \quad (10)$$

kde π jsou konstanty a Δt značí rozdíl teplot ($t_2 - t_1$)

Vztah nám ukazuje závislost tepelného toku na tepelné jímavosti. Když je vysoká tepelná jímavost, tak je i vysoký tepelný tok. Vysoká hodnota tepelného toku potvrzuje dobrou schopnost prádla odvádět přebytečné teplo. V zimě je naopak žádoucí co nejnižší parametr tepelného toku, aby co nejvíce zůstalo u těla. [28]

- **Měrná teplotní vodivost a [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]** – vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat teplotní změny. Čím je hodnota měrné teplotní vodivosti vyšší, tím látka rychleji vyrovnává teplotu (při nestacionárním procesu). Platí vztah:

$$a = \frac{l}{c \cdot r} \quad (11)$$

kde součin c_p je $\Delta Q / \Delta t$ [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$] – představuje množství tepla potřebné k ohřátí 1 kg látky o 1 K.

U všech látek měrná tepelná kapacita zvolna roste s rostoucí teplotou. Hodnota se dělí 10^6 . Tento parametr je důležitý v situacích, kdy dochází ke střídání intenzity pohybu (chůze střídaná se zastávkami, trasa do kopce atd.) [28]

3.4.1.2 Postup měření

Měření probíhalo v laboratoři při teplotě 22°C a relativní vlhkosti vzduchu 41%. Před vlastním měřením bylo důležité nejdříve nechat klesnout měřící hlavici bez vložení vzorku, aby si přístroj nastavil tloušťku $h_0 = 0$. Nejdříve byly vzorky měřeny za sucha a poté měřeny za vlhka - simulace potního impulsu. Tyto vzorky musely být bez nečistot a bez přehybů. Každý vzorek byl umístěn tak, aby se dotýkal měřící hlavice rubní stranou tzn. stranou dotýkající se pokožky. Po stisku tlačítka ST měřící hlavice spustila na vzorek materiálu. Naměřená data se tlačítkem EN ukládaly do statistiky. Měření bylo provedeno třikrát, po každé na jiném místě materiálu. Po proměření vzorku se tlačítkem ST a RL zobrazily vypočítané statistické hodnoty (aritmetický průměr jednotlivého parametru a variační koeficient¹).

Simulace potního impulsu se aplikovalo stříknutím 0,3 ml vody s detergentem injekční stříkačkou na měřený vorek. Po uplynutí 1 minuty se vzorek s navlhčeným místem vložil do středu mezi snímače přístroje. Dále se postupovalo stejně jako při

¹ Variační koeficient se uvádí v závorkách za aritmetickým průměrem jednotlivého měření

měření vzorku za sucha s rozdílem, že před každým vložení vzorku do přístroje se změnilo místo stříknutí roztoku. Naměřená data byla také zpracována počítačem.

Výsledky ze sucha i za vlhka jsou zaznamenány v tabulkách v příloze č. 1 a vyneseny v následujících grafech v kap. 4.1.

3.4.2 Přístroj Permetest

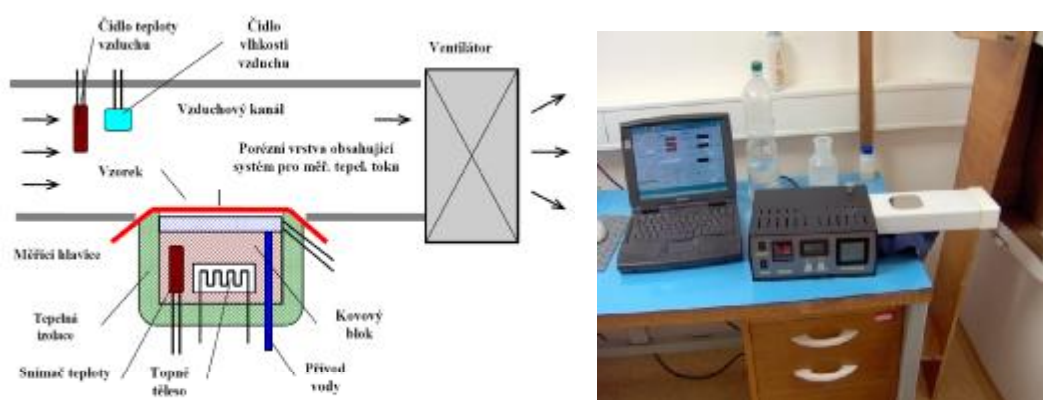
Ne přístroji Permetest (viz. obr. 31,32) se měří relativní propustnost pro vodní páry a absolutní propustnost neboli výparný odpor. Je to další přístroj, který měří termofyziologický komfort. Měří množství páry, které je schopno projít látkou. To znamená, že propustnost vodních par je schopnost textilie propouštět vlhkost z prostoru omezeného daným materiálem pryč od těla. [34] Nepříjemný vliv na pokožku mají ty textilie, které málo propouští vodní páry (lidský pot).

Tělo vytváří vlhkost pocením, které pociťovat můžeme, ale také nemusíme. Při pocení, které pociťujeme, vzniká pot v kapalně formě, když je nám horko nebo když vykonáváme nějakou namáhavou činnost. Pot, který necítíme, se vypařuje kůží ve formě vodních par. Značné množství potu, by mělo odejít skrze vlákna oděvů, aby se zachovala tepelná rovnováha. Jak se vlhkost odpařuje z povrchu těla, vlákno propouštějící vlhkost umožňuje její odvod, udržuje vlákno i pokožku suchou a umožňuje chlazení odpařováním. Stupeň propustnosti vodních par u oděvů určených ke každodennímu nošení by měl záviset na určitých podmínkách, čím vyšší teplota okolního prostředí nebo čím vyšší stupeň fyzické zátěže, tím se vyžaduje vyšší stupeň propustnosti vodních par/vlhkosti. Například pokud lidé cvičí v prostředí s vysokou teplotou, funkce pocení jako faktoru tepelné regulace těla bude mnohem účinnější, pokud ihned dojde k vypařování, které nevnímáme. Pokud lidé v horku nosí oblečení s nízkou propustností vodních par/vlhkosti, odvod tepla z povrchu těla směrem pryč je potlačen nebo snížen, a proto se lidé mohou cítit nepohodlně. [27]

3.4.2.1 Popis přístroje

Je založen na přímém měření tepelného toku q procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Základem tohoto modelu je porézní a zavlhčovací deska. Tím to se simuluje funkce ochlazování pocením. Měřený vzorek je přiložen na

tento povrch, který je pokryt membránou propouštějící vodní páry, ale nepropouští vodu. Vnější strana vzorku je ofukována. Musí se dbát na to, aby měřená textilie nepřišla do přímého styku s vlhkou měřicí plochou a zůstala suchá. Měřicí hlavice je udržována pomocí topné spirály a regulátoru na teplotě okolního vzduchu (20-23°C). Ten je do přístroje nasáván. Tím to jsou zjištěny izotermické podmínky měření. Při vlastním měření se vlhkost v porézní vrstvě mění v páru a ta přes separační fólii prochází měřeným vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustností textilie nebo nepřímě úměrná jejímu výparnému odporu. Nejdříve se měří tepelný tok bez vzorku (q_o) a pak tepelný tok se vzorkem (q_v). Tyto tepelné toky přístroj registruje. [28]



Obr. 31,32 – Přístroj Permetes pro měření propustnosti textilií pro vodní páry [28]

3.4.2.1.1 Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry

Relativní propustnost pro vodní páry se vypočítá ze vztahu: [28]

$$p = 100 \frac{q_v}{q_o} [\%] \quad (12)$$

kde: q_o – je tepelný tok bez vzorku, vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek [W/m^2]

q_v – je tepelný tok se vzorkem, kdy se tato hladina zakryje měřeným vzorkem [W/m^2]

Zakrytí hladiny měřeným vzorkem se tepelný tok sníží, protože vzorek tvoří překážku snižující propustnost.

3.4.2.1.2 Stanovení absolutní propustnosti neboli odolnost vůči vodním parám

Vychází ze vztahu: [28]

$$R_{et} = (P_m - P_a) \cdot (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]} \quad (13)$$

kde P_m – je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa]

P_a – je parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa]

3.4.2.2 Postup měření

Měření bylo prováděno při teplotě 24°C a relativní vlhkosti vzduchu 57%. Při měření se vzorky vkládaly rubní stranou směrem k měřicí hlavici (skin model). Každý vzorek byl proměřen třikrát na každém jiném místě. Naměřené hodnoty přístroj statisticky vyhodnotil. Tyto parametry jsou zaznamenány v tabulkách viz. příloha č. 2. a vyneseny v následujících grafech v kap. 4.2.

3.4.3 Přístroj TEXTTEST FX 3300

Přístroj je určen pro rychlé, jednoduché a přesné určení prodyšnosti pro všechny druhy textilních materiálů. Prodyšnost je rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifických podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád mezi oběma stranami materiálu a dobu. Tuto vlastnost materiálu ovlivňuje jeho struktura, tzn. tloušťka, objemová hmotnost příze, dostava použitá vazba a také i druh konečné úpravy. Se zvětšující tloušťkou se snižuje počet průchozích pórů a tím klesá prodyšnost materiálu. Dále klesá s růstem vlhkosti. Snížení se vysvětluje zaplnění pórů vodou a nabobtnání vláken, které brání k průchodu vzduchu materiálem.[35]

Prodyšnost je důležitým faktorem pro funkci mnoha textilních materiálů, jako jsou filtry, oděvní textilie, sítě proti komárům, lodní plachty, horkovzdušné balony a padáky. Vysoká prodyšnost se požaduje například u vláken, ze kterých se vyrábí plášť na klimatizace, k zajištění ventilace. Prodyšnost je rovněž velmi důležitá pro pohodlí oblečení pro volný čas, stany, spací pytle, příkrývky a další ochranné textilní produkty.

Nízká prodyšnost se požaduje například u nepromokavého oblečení, to aby mohlo fungovat jako ochrana před proniknutím deště, nebo u větrovek, aby nemohl déšť projít skrz vlákno a aby tělo zůstalo v teple. [27] Je to další vlastnost ovlivňující termofyziologický komfort při nošení oděvů.

3.4.3.1 Princip měření přístroje

Princip přístroje spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy testované textilie. Tím vzniká požadovaný podtlak a okolní vzduch je nasáván přes měřicí hlavici dovnitř přístroje. Rozdíl tlaku v okolí a uvnitř přístroje je hlídán senzory a v čase automaticky udržované hodnotě, tím je udržován tlakový spád. [36] Prodyšnost se udává v $\text{l/m}^2/\text{s}$ a nejčastěji se používá tlakový spád 200Pa. Přístroj TEXTTEST FX 3300 je znázorněn na obr. 33.



Obr. 33 – Přístroj Textest FX 3300 pro měření propustnosti textilií pro vzduch

3.4.3.2 Postup měření

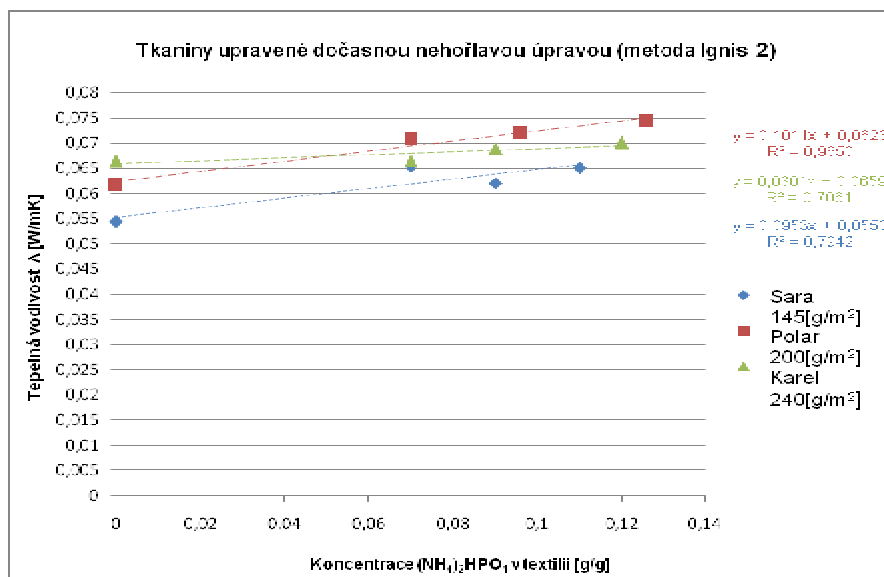
Měření probíhalo při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti 41 %. Každý vzorek byl měřen třikrát, po každé na jiném místě materiálu při tlaku 200 Pa. Vzorky byly do přístroje vkládány lící stranou nahoru. Z třech naměřených hodnot prodyšnosti pro každý vzorek byl vypočítán aritmetický průměr a variační koeficient, viz. tabulky v příloze č.3. Výsledné hodnoty prodyšnosti jsou vyneseny v následujících grafech v kap. 4.3.

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1 Naměřené výsledky na Alambetě

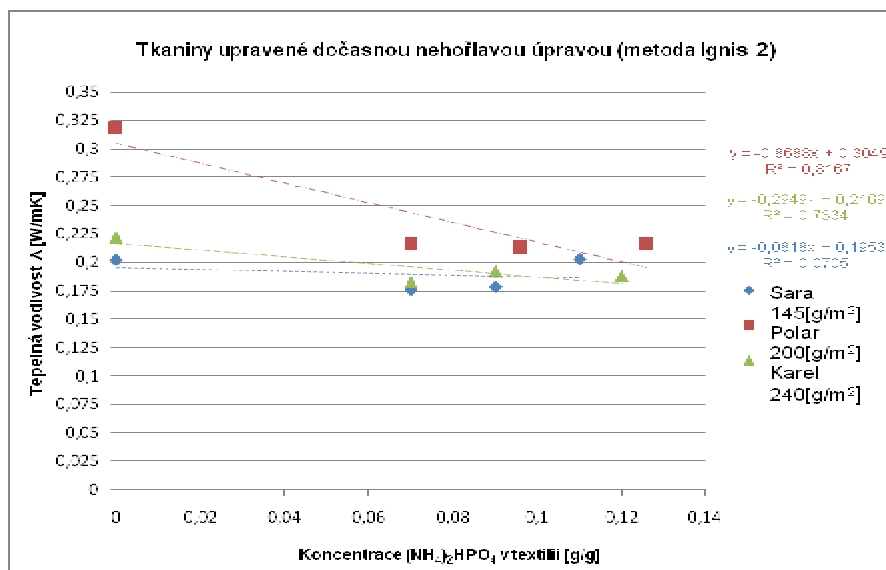
Hodnoty naměřených parametrů jsou zpracovány do následujících grafů. Postup naměřených výsledků je popsán v kap. 3.4.1.2. Měření probíhalo za sucha i za vlhka. Důležitější jsou však hodnoty naměřené za vlhka, protože simulují efekt jednorázového zapocení a to má hlavní smysl při měření tepelného omaku.

Parametr měrná tepelná vodivost



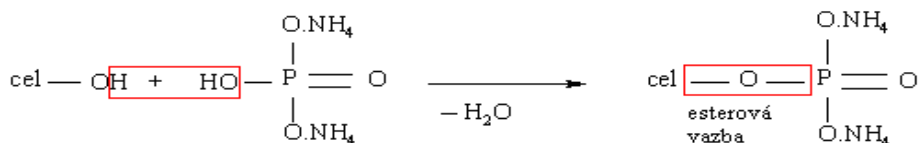
Graf 1 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

Z grafu je patrné, že po aplikaci dočasné nehořlavé úpravy tepelná vodivost za sucha mírně stoupá s rostoucí koncentrací $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. U ostatních měřených úprav včetně polotrvalé nehořlavé úpravy byly výsledky téměř autentické. Grafy jsou znázorněny v příloze č. 4.



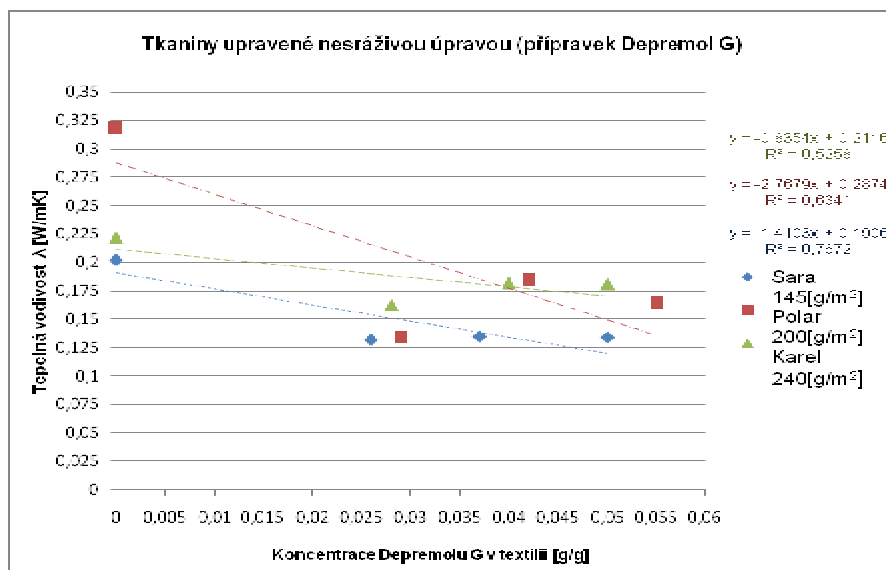
Graf 2 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textilích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

Po aplikaci potního impulsu tepelná vodivost u neupravených tkanin výrazně stoupá, oproti měření za sucha viz graf 1, ale s rostoucí koncentrací $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ tepelná vodivost klesá. Tento jev může být následkem zaplnění mezivláčenných prostor $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, čímž dochází k zabránění přístupu vody. Mezi celulózou a $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ vzniká esterová vazba, jak znázorňuje obr. 36.



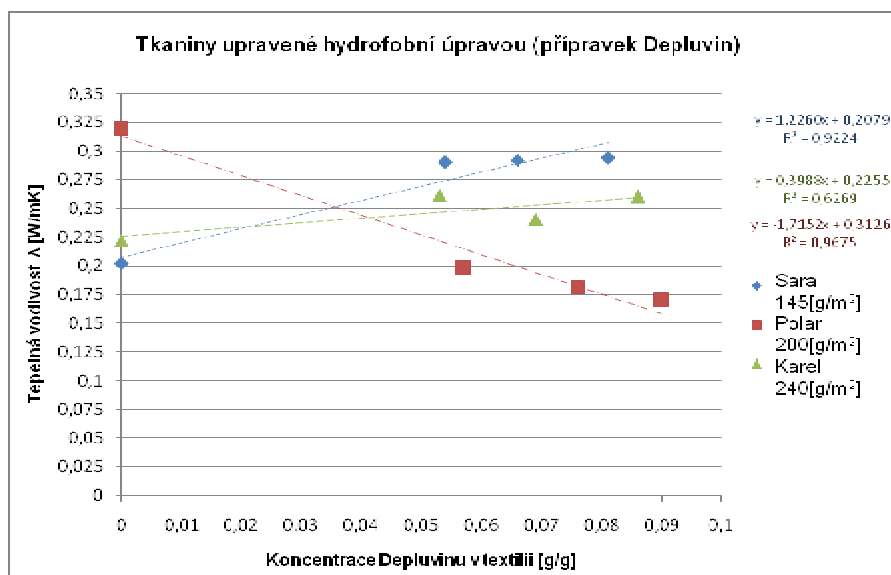
Obr. 36 – Znázornění vzniku esterové vazby

Materiál s dočasnou nehořlavou úpravou izoluje lépe než neupravený vzorek a to díky klesající vodivosti. U polotrvalé nehořlavé úpravy byly výsledky téměř schodné, viz. graf příloha č. 4.



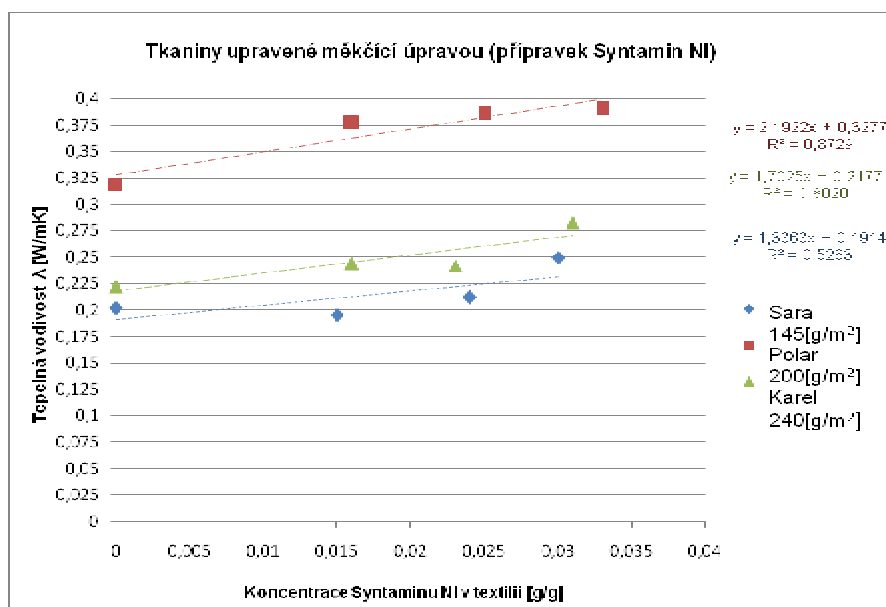
Graf 3 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření po aplikaci potního impulsu

Na základě výsledků získaných měření je patrné (graf č. 3), že s rostoucí koncentrací klesá vodivost oproti neupraveným vzorkům. Po aplikaci nesráživé úpravy vznikají ve struktuře methylenové můstky ($-O-CH_2-O-$). Jedná se o spojení dvou OH – skupin v sousedících řetězcích příčnými vazbami (zesíťňování celulózy). Tím dochází k zaplnění pórů mezi přízemi, tudíž voda nemůže proniknout materiálem.



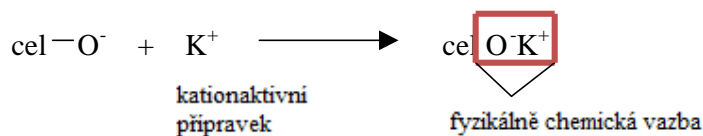
Graf 4 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

Po aplikaci potního impulsu tepelná vodivost výrazně stoupá oproti měření za sucha, viz graf v příloze č. 4. S rostoucí koncentrací Depluvinu tepelná vodivost klesá u tkaniny Polar. Na rozdíl od tkanin Sara a Karel, kde tepelná vodivost stoupá. V tomto případě usuzuji, že klesající křivka Polar je dána rozdílem struktury materiálu. Polar má hustší dostavu oproti ostatním tkaninám a má atlasovou vazbu, kdežto Sara má plátňovou vazbu a Karel keprovou. Tato anomálie může být také způsobena nehomogeností úpravy, ale pravděpodobnost je malá, protože výsledky po naneseného hydrofobního přípravku Lukofixu jsou obdobné, viz graf příloha č. 4.



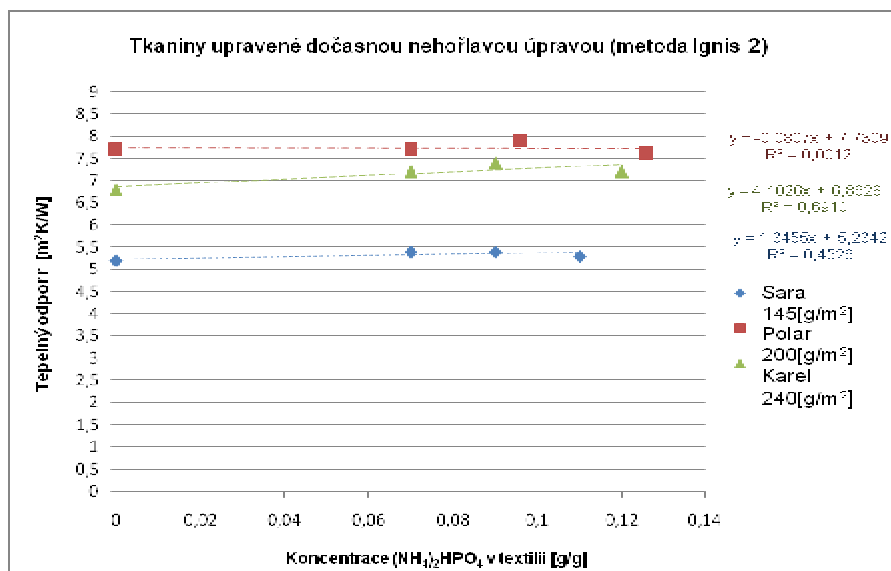
Graf 5 - Závislost tepelné vodivosti na aplikovaném množství přípravku pro měkkčící úpravu na bavlněných vzorcích o různé plošné hmotnosti - měření po aplikaci potního impulsu

Tento graf nám uvádí, že po aplikaci potního impulsu tepelná vodivost se zvyšující koncentrací Syntaminu NI stoupala od neupravených tkanin. Důvod je dán kationaktivním přípravkem a záporným nabíjením vlákna. Dojde ke vzniku poměrně pevných fyzikálně-chemických vazeb (viz obr. 37), kdy kationaktivní prostředek se naváže na záporně nabitou celulózu, čímž nedojde k vyplnění mezivláknenných prostor a voda může materiálem volně procházet. Materiál nanesený měkkčící úpravou hůře izoluje.



Obr. 37 – Znázornění vzniku chemické vazby mezi celulózą a kationaktivním přípravkem

Parametr tepelný odpor



Graf 6 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

S rostoucí koncentrací přípravku dochází k mírnému stoupání tepelného odporu.

S nanesením úpravnického prostředku zvýší tloušťka materiálu a vzroste tepelný odpor.

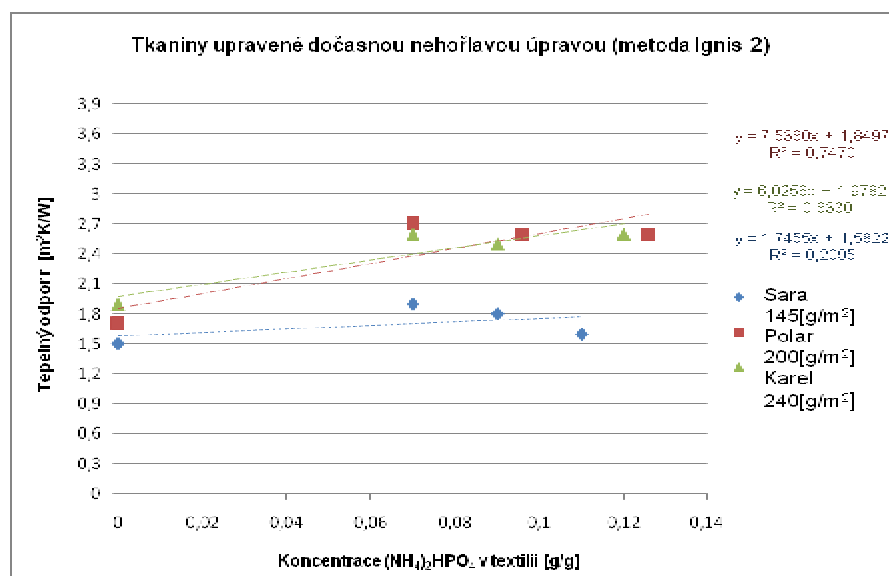
To je dáno tímto vztahem:
$$r = \frac{h}{\lambda}$$

kde r tepelný odpor [$\text{W}^{-1}\text{K}\cdot\text{m}^2$]

h tloušťka materiálu [mm]

λ měrná tepelná vodivost [$\text{W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$]

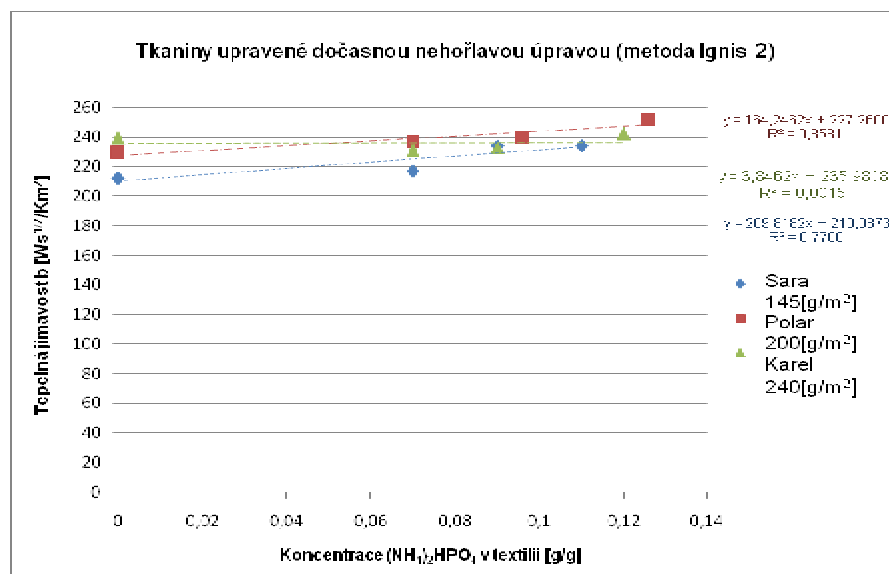
Ze vztahu vyplývá, že čím vyšší bude tloušťka materiálu a nižší měrná tepelná vodivost tím vyšší bude tepelný odpor. U ostatních měřených úprav včetně polotrvalé nehořlavé úpravy byly výsledky téměř autentické. Grafy jsou znázorněny v příloze č. 4.



Graf 7 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

Se zvyšující se vlhkostí tepelný odpor výrazně klesá. Tepelný odpor je s tepelnou vodivostí v linearitě, viz. předchozí vztah. Z toho vyplývá, že s nárůstem tepelné vodivosti klesá tepelný odpor a naopak. Grafy ostatních úprav měřených za vlhka jsou uvedeny v příloze č.4.

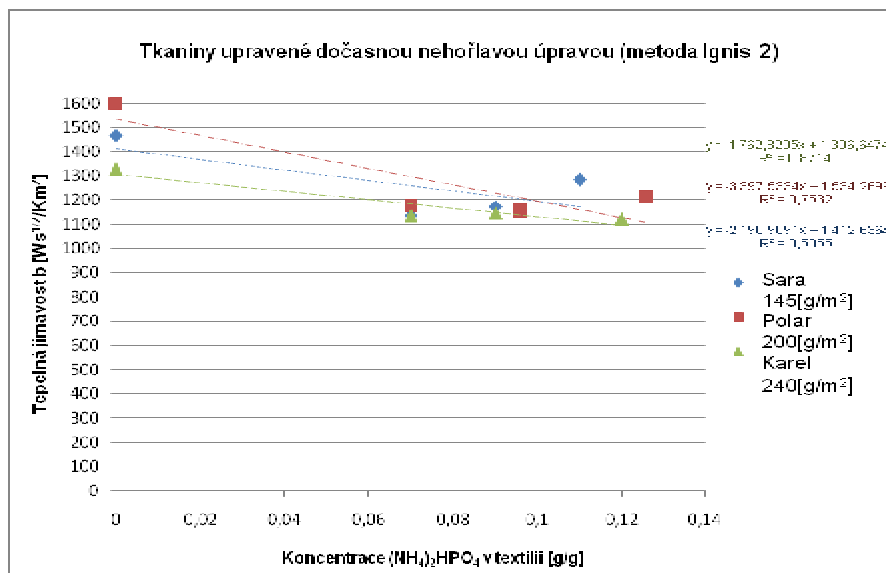
Parametr tepelná jímavost



Graf 8 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

Tepelná jímavost představuje povrchovou veličinu. Při měření záleží na struktuře povrchu. Čím vyšší je tepelná jímavost, tím menší jsou tepelně – izolační schopnosti a textilie při styku s lidskou pokožkou způsobuje chladnější omak.

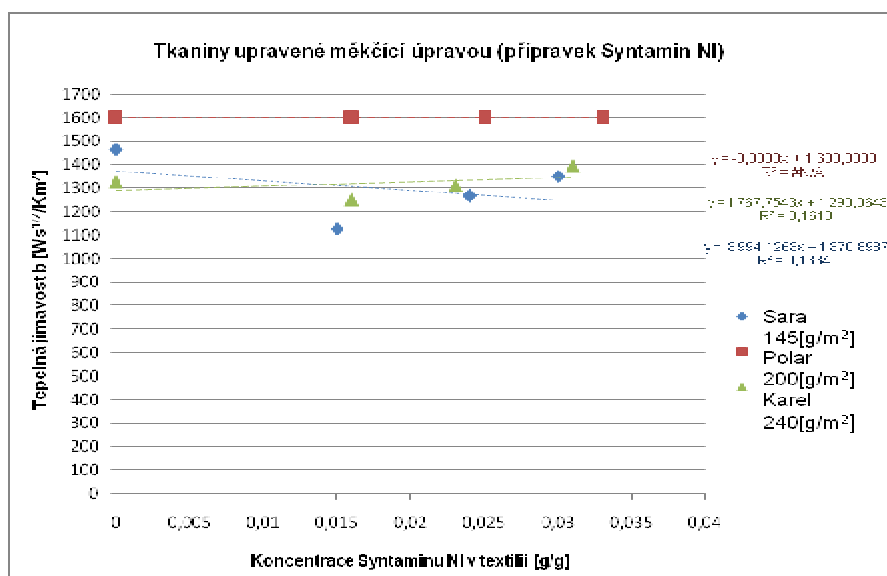
V grafu č. 8 se tepelná jímavost téměř neměnila s rostoucí koncentrací. U ostatních úprav včetně polotrvalé nehořlavé úpravy, viz. příloha č. 4 se také tepelná jímavost nemění nebo mírně stoupá.



Graf 9 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

Z grafu je velmi dobře vidět, jak hodně se zvýší tepelná jímavost při simulaci potního impulsu o proti hodnotám suchých vzorků. S rostoucí koncentrací přípravku $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ tepelná jímavost klesá, protože póry mezi přízemi jsou zaneseny úpravnickým prostředkem. Tento jev je zřejmý i u polotrvalé nehořlavé, hydrofobní a nesráživé úpravy. Grafy těchto úprav jsou uvedeny v příloze č. 4.

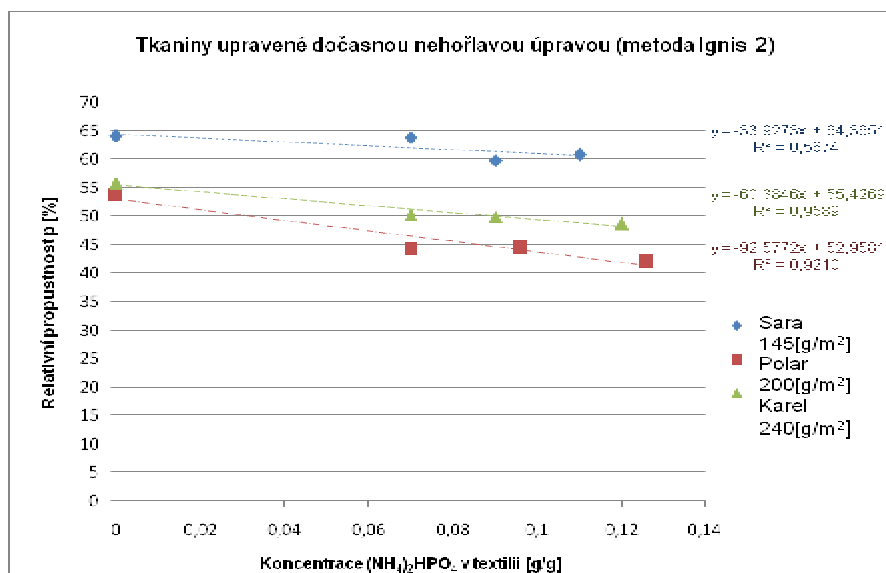
U měkkící úpravy (viz. následující graf 10) se tepelná jímavost za vlhka s rostoucí koncentrací téměř nemění. Důvodem je, že úpravnický prostředek při aplikaci se navázal dovnitř vlákn a tak póry mezi vlákny nejsou zaneseny a voda proniká tkaninou. Tato tkanina působí na lidskou pokožku studeně.



Graf 10 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro měkkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

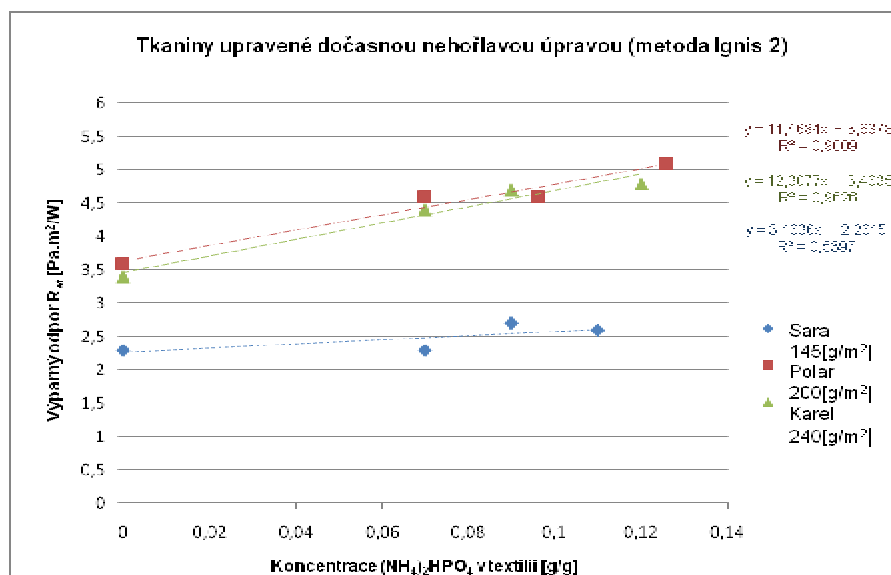
4.2 Naměřené výsledky na Permetestu

Hodnoty relativní propustnosti pro vodní a výparného odporu pro jednotlivé finální úpravy jsou zpracovány do následujících grafů. Postup měření na přístroji Permetest je popsán v kapitole 3.4.2.2. Všechny vzorky byly měřeny za sucha.



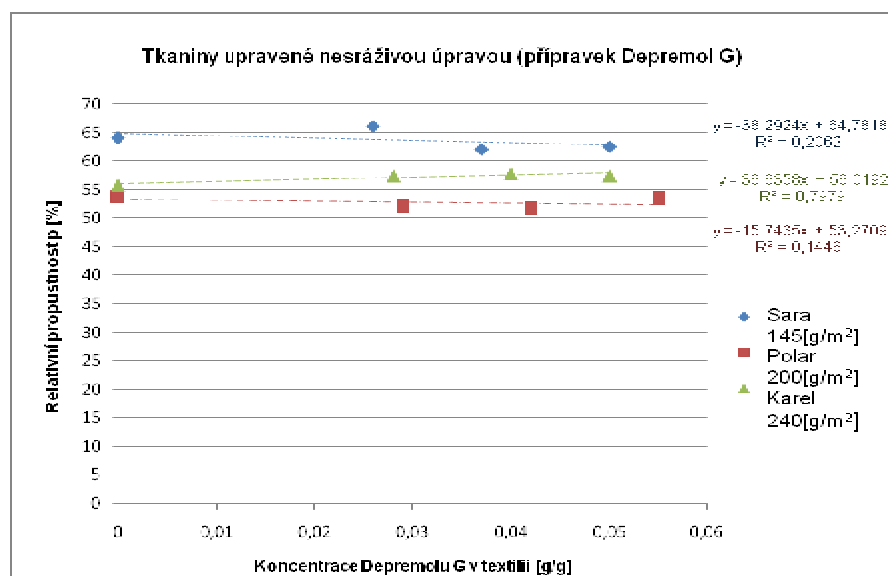
Graf 11 - Závislost relativní propustnosti pro vodní páry na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Z grafu je zřejmé, že s přibývajícím koncentrací $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ relativní propustnost pro vodní páry klesá. Díky vzniklému filmu, který se utvoří reakcí hydrogenfosforečnanu s celulózą mezi vlákny, dojde k zabránění přístupu vlhkosti. Nejnížší relativní propustnost mají vzorky tkaniny Polar. Pára proniká textilií méně z důvodu její hustší dostavy. Autentické výsledky vyšly i u tkanin upravených polotrvalou nehořlavou úpravou, viz. graf příloha č. 5.



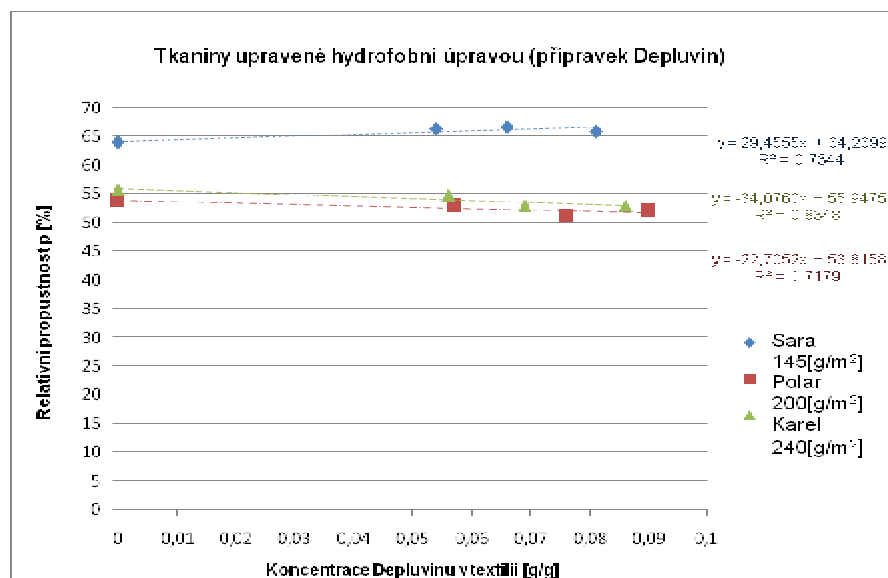
Graf 12 - Závislost výparného odporu na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Čím nižší je relativní propustnost, tím vyšší je výparný odpor. Z grafu je tudíž patrné, že výparný odpor stoupá, což je opak předchozího grafu 11. Zbývající grafy výparného odporu jednotlivých úprav jsou znázorněny v příloze č. 5



Graf 13 - Závislost relativní propustnosti vodní páry na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

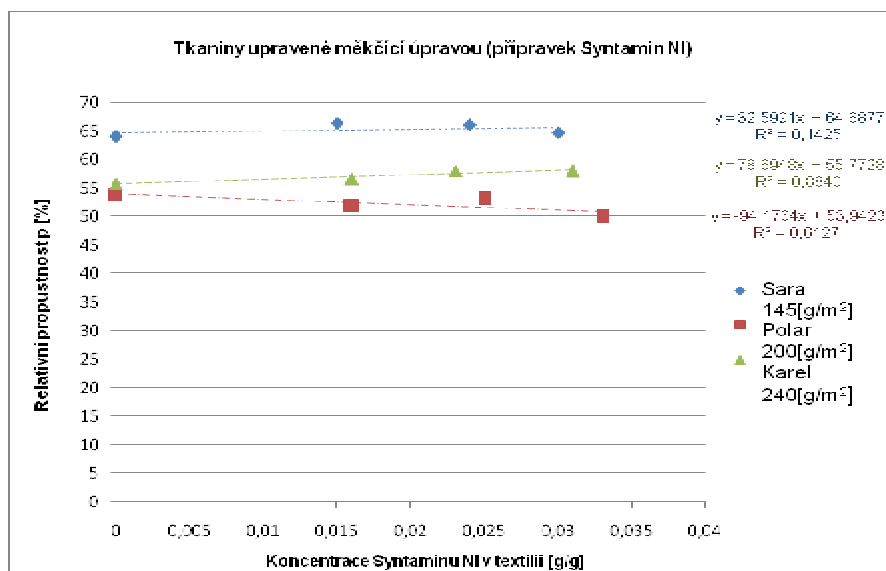
V grafu 13 je propustnost téměř konstantní. To je dáno vznikem filmu, který je pro páru propustný oproti vodě. V předcházejícím měření na Alambetě pryskyřice zabráňovala prostupu vody.



Graf 14 - Závislost relativní propustnosti vodní páry na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Zde propustnost mírně klesá u tkanin Polar a Karel. U tkaniny Sara dokonce mírně stoupá. Film vytvořený na povrchu vláken nezabráňuje propustnosti pro vodní páry. Klesající propustnost u Karla a Polar je nižší než oproti Saře, protože mají větší

plošnou hmotnost a jsou hustěji dostavené. Graf pro relativní propustnost pro vodní páry u přípravku Lukofix je znázorněn v příloze č. 5. Výsledky jsou téměř podobné až na tkaninu Karel, která s rostoucí koncentrací naneseného přípravku Lukofixu stoupá.



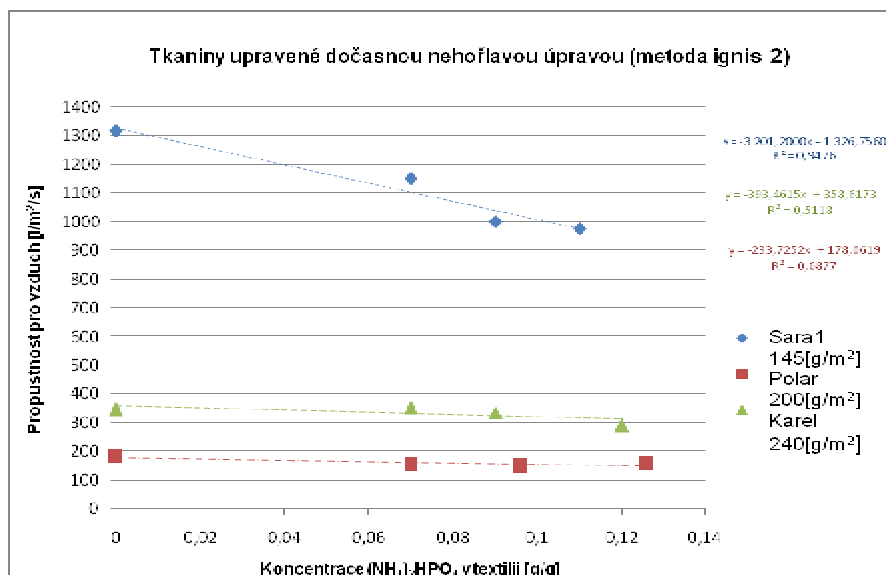
Graf 15 - Závislost relativní propustnosti pro vodní páry na koncentraci přípravku pro měkkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Výsledky relativní propustnosti pro vodní páry u měkkčící úpravy s rostoucí koncentrací od neupravené textilie se nemění. Příčinou je nezaplnění prostorů mezi vlákny měkkčícím přípravkem neboť se váže přímo do vlákna.

4.3 Naměřené výsledky na TEXTESTU FX 3300

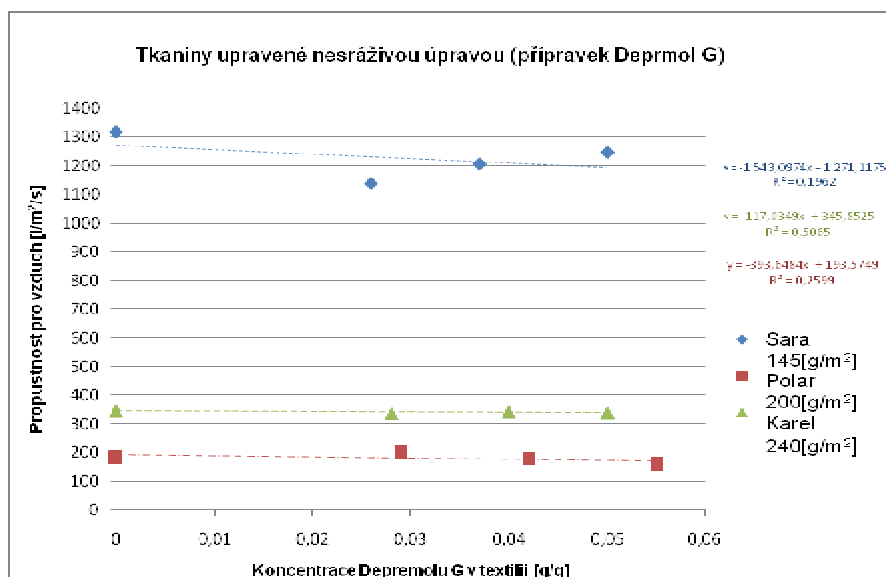
Naměřené hodnoty prodyšnosti pro jednotlivé finální úpravy jsou vyneseny v následujících grafech. Měření bylo prováděno za sucha a jeho postup je popsán v kapitole 3.4.3.2

Na prodyšnost má vliv tloušťka, objemová hmotnost přize, dostava, použitá vazba a vliv konečné úpravy. Následující grafy vystihují, že tkanina s nejnižší plošnou hmotností a nejtřídší dostavou má největší prodyšnost.



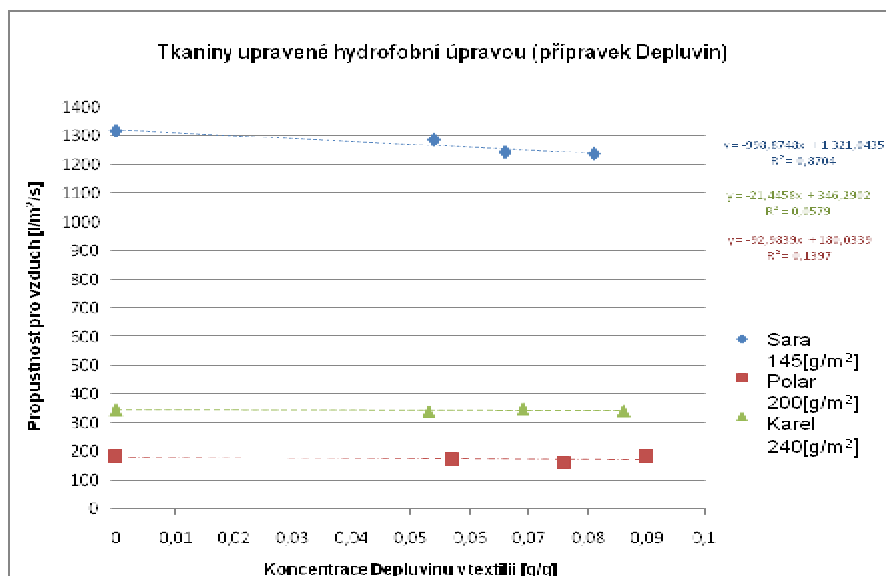
Graf 16 - Závislost prodyšnosti na koncentraci přípravku pro dočasnou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Při aplikaci dočasné nehořlavé úpravy metodou Ignis 2 dochází při zvětšování koncentrace $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ke snižování prodyšnosti. Díky zaplnění pórů mezi vlákny dochází k zabránění přístupu kyslíku a tím k poklesu hořlavosti. Graf druhé metody Mofos je uveden v přílohové části č. 6.



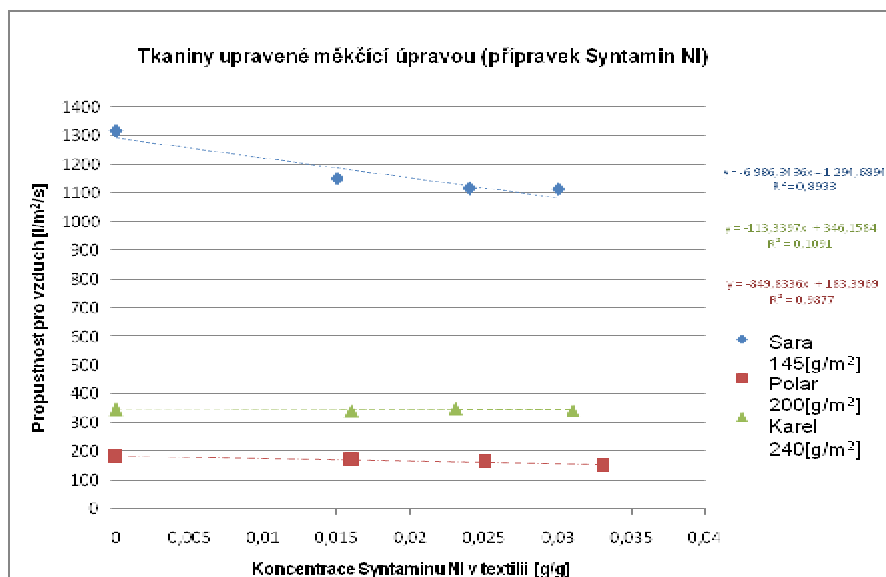
Graf 17 - Závislost prodyšnosti na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Se zvyšující se koncentrací Depremolu G prodyšnost nepatrně klesá. Zanesené póry Depremolem G nemají výrazný vliv na prodyšnost.



Graf 18 – Závislost prodyšnosti na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Se stoupající koncentrací hydrofobního prostředku Depluvinu prodyšnost mírně klesá. Z důvodu nanesené úpravy se zvýší tloušťka materiálu. Vzniklý film je však prodyšný. Dále byl použit hydrofobní prostředek Lukofix u něhož jsou výsledky téměř autentické. Graf viz příloha č. 6.



Graf 19 – Závislost prodyšnosti na koncentraci přípravku pro měkkící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

U měkkící úpravy prodyšnost se zvyšující koncentrací Syntaminu NI mírně klesá. Kvůli zvýšení tloušťky materiálu. Jinak póry mezi vlákny jsou propustné.

5. ZÁVĚR

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo zjistit vliv finálních úprav na tři bavlněné tkaniny o různých plošných hmotnostech. Jednalo se konkrétně o tyto úpravy: nehořlavá, nesráživá, hydrofobní a měkkící. Na nanesených úpravách byly sledovány fyzikální vlastnosti (tepelné vlastnosti textilií, propustnost pro vodní páry a prodyšnost). Měření tepelných vlastností probíhalo na přístroji Alambeta za sucha a po aplikaci potního impulsu. Na přístroji Pemetest byla změřena propustnost pro vodní páry a na přístroji TEXTTEST FX 3300 se měřila prodyšnost.

Při porovnání těchto vlastností došlo k rozdílným výsledkům u jednotlivých úprav.

Tab. 8 – Porovnání tepelných vlastností u jednotlivých úprav se zvyšující koncentrací úpravnických přípravků

Finální úprava	Tepelné vodivost		Tepelný odpor		Tepelná jímavost	
	za sucha	za vlhka	za sucha	za vlhka	za sucha	za vlhka
Dočasná nehořlavá úp.	mírné stoupání	snížení	mírné stoupání	stoupání	mírné stoupání	snížení
Polotrvalá nehořlavá úp.	mírné stoupání	snížení	mírné stoupání	stoupání	mírné stoupání	snížení
Nesráživá úp.	mírné stoupání	snížení	mírné stoupání	stoupání	mírné snížení	snížení
Hydrofobní úp. (Depluvin)	mírné stoupání	anomálie	mírné stoupání	anomálie	mírné stoupání	snížení
Hydrofobní úp. (Lukofix)	mírné stoupání	anomálie	mírné stoupání	anomálie	mírné stoupání	snížení
Měkkící úp.	mírné stoupání	stoupání	mírné stoupání	snížení	téměř nemění	téměř nemění

Anomálií je zde myšlen stav, kdy u tkaniny Polar dochází při aplikaci hydrofobní úpravy (Depluvin, Lukofix) k poklesu hodnot s rostoucí koncentrací při měření tepelné vodivosti na rozdíl od ostatních tkanin. Logicky dochází k protichůdnému ději i u měření tepelného odporu po nanesení těžé úprav.

Tab. 9 – Porovnání propustnosti pro vodní páry a prodyšnosti u jednotlivých úprav se zvyšující koncentrací úpravnických přípravků

Finální úprava	Relativní propustnost pro vodní páry	Výparný odpor	Prodyšnost
Dočasná nehořlavá úp.	snížení	stoupání	snížení
Polotrvalá nehořlavá úp.	snížení	stoupání	snížení
Nesráživá úp.	mírné snížení	mírné stoupání	mírné snížení
Hydrofobní úp. (Depluvin)	téměř nemění	téměř nemění	mírné snížení
Hydrofobní úp. (Lukofix)	téměř nemění	téměř nemění	mírné snížení
Měkčící úp.	téměř nemění	téměř nemění	mírné snížení

Pozn. – Konkrétní čísla jsou uvedeny v kap. 4 a v tabulkách a grafech v přílohové části.

Největší změny nastaly při nanesení dočasné a polotrvalé nehořlavé úpravy. Dále potom u nesráživé, která snižovala tepelné vlastnosti za vlhka. U ostatních úprav nedošlo k výrazným změnám.

Finální úpravy celkově zhoršují omak textilie, výjimkou je měkčící úprava. Většina finálních úprav má však specifické využití, kde není kladen důraz na komfort např. nehořlavá úprava, kde dochází k snížení propustnosti pro vodní páry a prodyšnosti. Tudíž dochází k špatnému odvodu potu a vzniká tak diskomfort. To však není důležité např. u ochranných oděvů, které nejsou určeny pro běžné nošení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Felix, V.: Chemická technologie textilní – konečná úprava textilií, SNTL, Praha, 1961
- [2] http://www.ippc.cz/archiv_new/BREF%202001.doc (citováno 5. 3. 2008)
- [3] Pastrnek, R., Vlach, P.: Finální úpravy textilií, skriptum TU Liberec, 2002
- [4] Blažej, A. a kol.: Špeciálne chemické úpravy textilií, Alfa, Bratislava, 1986
- [5] Roup, R.: Chemická technologie textilu, SNTL, Praha, 1978
- [6] Sochor, B.: Finální a speciální úpravy textilních materiálů II., VŠCHT Pardubice, 1976
- [7] Peter, M.: Grundlagen der Textilveredlung, 11. vydání, Frankfurt, 1980
- [8] M. Wilhelm a kol.: Melliand Textilberichte, str. 7, 2000
- [9] http://www.inotex.cz/docs/oborovy_man.pdf (citováno 5. 3. 2008)
- [10] Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M., Wiener, J.: Skriptum – Technologie zušlechťování, TU Liberec, 2002
- [11] Seidel, V., Kiesling, S.: Grundlagen der Textilveredlung, 20. Vydání, Frankfurt 1985
- [12] ČSN EN 24920 (80 0827)
- [13] ČSN EN 29865 (80 0856)
- [14] ČSN EN 20811 (80 0818)
- [15] ČSN 80 0828
- [16] ČSN 80 0831
- [17] <http://www.treviracs-net.com> (citováno 10. 3. 2008)
- [18] Dreyer, H.: Moderne flammhemmende Ausrüstung. ITB Veredlung, 3/1993
- [19] Brožová, R: Vliv nehořlavých úprav na omak textilií, diplomová práce, TU Liberec, 2001
- [20] Odvárka, J. a kol.: Finální úpravy textilií – Návod na cvičení, skriptum TU Liberec, 2000
- [21] ČSN 80 0824
- [22] ČSN EN ISO 4589-3 (64 0756)
- [23] Růžička, J. a kol.: Technologie předúprav, finálních a speciálních úprav textilních materiálů, VŠCHT Pardubice, 1985

- [24] Kyslinger, V., Štěpánková, M.: Základy zušlechťovací techniky pro 4. ročník SPŠT, vydalo SNTL, Praha, 1976
- [25] ČSN EN 25077 (80 0822)
- [26] ČSN 80 0823
- [27] Jiangman, Guo: The effects of household fabric softeners on the thermal comfort and flammability of cotton nad polyester fabrics, dostupné z intrnetu <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-05072003-143334/>
- [28] Hes, L, Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií, TU Liberec, 2005
- [29] <http://www.pakostova.pellican.cz/publikace.php> (citováno 7. 4. 2008)
- [30] Axamit, P., Kaprasová, M.: Základní zákonitosti systému člověka-oděv-prostředí, SVUT Liberec, 1983
- [31] Hanzl, J., Hes, L.: Stroje a technologie tvarování – Návod na cvičení, TU Liberec, 1989
- [32] Návod k obsluze přístroje Alambeta
- [33] <http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/%2023-304-02.01.pdf> (citováno 17. 4. 2008)
- [34] Růžicková, D.: Oděvní materiály, skriptum TU Liberec, 2003
- [35] Dalijová, R.A, Afansjevová, R.F, Čabarová, Z.S.: Hygiena odívání, vydalo SNTL, Praha, 1984
- [36] <http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/bp07/Špírková.pdf> (citováno 19. 4. 2008)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Tabulky naměřených hodnot přístrojem Alambeta za sucha a po aplikaci potního impulsu pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 2: Tabulky naměřených hodnot přístrojem Permetest pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 3: Tabulky naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji Textest FX 3300 pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 4: Grafy naměřených hodnot na přístroji Alambeta pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 5: Grafy naměřených hodnot na přístroji Permetest pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 6: Grafy naměřené prodyšnosti na přístroji TEXTTEST FX 3300 pro jednotlivé finální úpravy
- Příloha č. 7: Obrázky z rastrovací elektronové mikroskopie (REM)

Příloha č. 1

Tab. 10 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u neupravených tkanin – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,28 (3,7)	0,0544 (4,5)	0,0052 (2,9)	212 (4,1)	0,065.10 ⁻⁶ (3,5)
200	0,46 (2,9)	0,617 (1,8)	0,0077 (1,2)	229 (6,0)	0,073.10 ⁻³ (10,5)
240	0,45 (1,7)	0,664 (1,5)	0,0068 (1,8)	239 (5,3)	0,078.10 ⁻⁶ (10,8)

Tab. 11 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u neupravených tkanin – měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,27 (2,8)	0,202 (34,8)	0,0015 (30,1)	1465	0,019.10 ⁻⁶ (39,4)
200	0,48 (0,1)	0,319 (36,4)	0,0017 (43,3)	1600	0,034.10 ⁻⁶ (24,2)
240	0,41 (6,6)	0,222 (23,4)	0,0019 (30,4)	1327	0,028.10 ⁻⁶ (39,6)

Tab. 12 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Depluvín – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depluvínu v textilií [g.l ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,054	0,36(3,7)	0,0630 (1,3)	0,0058 (2,1)	216 (2,6)	0,085.10 ⁻⁶ (7,8)
	0,066	0,37(3,1)	0,0667 (1,9)	0,0055 (3,4)	221 (3,1)	0,092.10 ⁻⁶ (7,6)
	0,081	0,35(6,7)	0,0665 (3,2)	0,0057 (0,8)	248 (4,0)	0,101.10 ⁻⁶ (8,7)
200	0,057	0,61(2,5)	0,0715 (2,0)	0,0086 (0,7)	224 (3,1)	0,087.10 ⁻⁶ (8,8)
	0,076	0,60(5,2)	0,0716 (5,5)	0,0084 (0,4)	243 (1,5)	0,087.10 ⁻⁶ (8,8)
	0,090	0,62(0,1)	0,0723 (0,8)	0,0086 (0,8)	226 (2,0)	0,103.10 ⁻⁶ (5,6)
240	0,053	0,52(3,0)	0,0690 (2,0)	0,0075 (2,6)	233 (1,2)	0,088.10 ⁻⁶ (5,6)
	0,069	0,52(4,4)	0,0695 (4,2)	0,0076 (0,8)	241 (0,1)	0,083.10 ⁻⁶ (6,6)
	0,086	0,55(2,4)	0,0734 (1,2)	0,0075 (1,4)	252 (2,9)	0,085.10 ⁻⁶ (6,2)

Tab. 13 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Depluvín – měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depluvínu v textilií [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,054	0,35(5,6)	0,290 (12)	0,0012 (18,6)	1174 (16,2)	0,061.10 ⁻⁶ (29,4)
	0,066	0,35(4,0)	0,292 (4,5)	0,0012 (1,1)	897(20,1)	0,106.10 ⁻⁶ (34,6)
	0,081	0,34(0,1)	0,294 (5,9)	0,0012 (2,4)	845 (27,4)	0,121.10 ⁻⁶ (52,1)
200	0,057	0,56(4,2)	0,198 (24,1)	0,0029 (24,7)	878 (19,8)	0,051.10 ⁻⁶ (11,6)
	0,076	0,53(3,9)	0,181 (9,0)	0,0034 (6,5)	736 (10,1)	0,047.10 ⁻⁶ (3,6)
	0,090	0,57(3,1)	0,170 (7,5)	0,0034 (6,5)	733 (12,1)	0,054.10 ⁻⁶ (12,5)
240	0,053	0,51(4,2)	0,262 (23,4)	0,0020 (25,7)	1171 (22,6)	0,050.10 ⁻⁶ (15,6)
	0,069	0,52(0,8)	0,241 (14,0)	0,0012 (13,4)	1112 (7,3)	0,047.10 ⁻⁶ (12,1)
	0,086	0,52(2,4)	0,260 (13,8)	0,0020 (13,9)	1089 (19,4)	0,057.10 ⁻⁶ (34,8)

Tab. 14 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Lukofix – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Lukofixu v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,01	0,36(3,2)	0,0686 (1,8)	0,0053 (1,5)	225 (4,2)	0,093.10 ⁻⁶ (11,4)
	0,02	0,37(1,8)	0,0717 (2,9)	0,0052 (3,1)	225 (6,6)	0,102.10 ⁻⁶ (11,7)
	0,03	0,34(6,9)	0,0669 (8,7)	0,005 (2,2)	259 (15,2)	0,072.10 ⁻⁶ (39,8)
200	0,01	0,56(1,8)	0,0704 (2,6)	0,008 (0,8)	221 (0,4)	0,102 .10 ⁻⁶ (5,8)
	0,02	0,57(1,2)	0,0729 (1,2)	0,0078 (0,3)	225 (2,8)	0,105.10 ⁻⁶ (3,4)
	0,03	0,56(1,4)	0,0716 (1,8)	0,0078 (0,6)	242 (7,9)	0,089.10 ⁻⁶ (11,7)
240	0,01	0,58(2,4)	0,0787 (1,8)	0,0074 (1,0)	252 (1,2)	0,097.10 ⁻⁶ (5,1)
	0,02	0,57(2,7)	0,0795 (1,3)	0,0072 (2,7)	262 (5,3)	0,092.10 ⁻⁶ (10,8)
	0,03	0,57(2,7)	0,0795 (0,6)	0,0072 (2,2)	254 (3,8)	0,098.10 ⁻⁶ (6,9)

Tab. 15 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Lukofix – měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Lukofixu v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,01	0,34(3,4)	0,236 (10,8)	0,0013 (14,9)	809 (11,2)	0,085.10 ⁻⁶ (55)
	0,02	0,35(2,6)	0,248 (1,3)	0,0012 (2,1)	715 (10,0)	0,120.10 ⁻⁶ (58)-
	0,03	0,33 (4,0)	0,246 (5,7)	0,0012 (3,1)	631 (12,5)	0,152.10 ⁻⁶ (64,0)
200	0,01	0,54(4,3)	0,182 (5,5)	0,003 (1,2)	750 (3,5)	0,059.10 ⁻⁶ (5,5)
	0,02	0,55(1,9)	0,196 (8,0)	0,0028 (6,0)	822 (3,2)	0,057.10 ⁻⁶ (9,7)
	0,03	0,51(2,3)	0,151 (16,3)	0,0035 (19,2)	631 (19,9)	0,058.10 ⁻⁶ (11,6)
240	0,01	0,54(4,4)	0,193 (16,5)	0,0028 (19,7)	892 (18,4)	0,048.10 ⁻⁶ (13,1)
	0,02	0,54 (4,0)	0,252 (6,4)	0,002 (3)	1127 (19,0)	0,050.10 ⁻⁶ (18,0)
	0,03	0,54 (3,0)	0,254 (2,5)	0,002 (0,6)	1147 (2,6)	0,049.10 ⁻⁶ (4,3)

Tab. 16 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených dočasnou nehořlavou úpravou (metoda Ignis 2) – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,070	0,35(4,4)	0,0654(3,2)	0,0054 (2,3)	217 (7,1)	0,091.10 ⁻⁶ (9,2)
	0,090	0,33(8,4)	0,0621(7,5)	0,0054 (0,9)	234 (7,3)	0,071.10 ⁻⁶ (15,0)
	0,110	0,34(10,4)	0,0651 (7,0)	0,0053 (3,6)	234 (3,9)	0,078.10 ⁻⁶ (15,9)
200	0,070	0,55 (4)	0,0709(3,3)	0,0077 (3,4)	237 (1,6)	0,089.10 ⁻⁶ (4,2)
	0,096	0,57(3,6)	0,0720 (2,0)	0,0079(5,2)	239 (2,8)	0,090.10 ⁻⁶ (6,1)
	0,126	0,56(3,7)	0,0743(1,2)	0,0076 (3,1)	252 (4,5)	0,087.10 ⁻⁶ (6,7)
240	0,070	0,48(2,8)	0,0665(4,3)	0,0072 (2,4)	231 (5,2)	0,083.10 ⁻⁶ (4,5)
	0,090	0,51(6,8)	0,0689(1,3)	0,0074 (6,4)	233 (5,8)	0,088.10 ⁻⁶ (14,7)
	0,120	0,50(6,1)	0,0701(3,9)	0,0072 (2,6)	242 (1,2)	0,084.10 ⁻⁶ (7,8)

Tab. 17 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených dočasnou nehořlavou úpravou (metoda Ignis 2) - měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,070	0,34(2,3)	0,176 (1,9)	0,0019 (3,1)	1136 (5,4)	0,024.10 ⁻⁶ (13,2)
	0,090	0,31(2,5)	0,178(10,4)	0,0018 (12,2)	1174 (12,3)	0,023.10 ⁻⁶ (4,2)
	0,110	0,33(2,4)	0,203(14,4)	0,0016 (15,5)	1284 (10,7)	0,025.10 ⁻⁶ (7,2)
200	0,070	0,58(5,4)	0,217 (9,5)	0,0027 (15,6)	1177 (11,1)	0,034.10 ⁻⁶ (4,5)
	0,096	0,56(3,7)	0,213 (4,0)	0,0026 (7,6)	1155 (4,8)	0,034.10 ⁻⁶ (2,0)
	0,126	0,56 (5,0)	0,217 (2,5)	0,0026 (6,3)	1213 (2,3)	0,032.10 ⁻⁶ (2,1)
240	0,070	0,48(2,2)	0,183 (6,2)	0,0026 (7,7)	1135 (8,1)	0,026.10 ⁻⁶ (5,8)
	0,090	0,48(4,3)	0,192 (8,1)	0,0025 (5,2)	1147 (2,8)	0,028.10 ⁻⁶ (12,6)
	0,120	0,48(3,2)	0,188 (6,7)	0,026 (7,7)	1124 (5,1)	0,028.10 ⁻⁶ (5,8)

Tab. 18 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených polotrvalou nehořlavou úpravou (metoda Mofos) – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,14	0,35(2,2)	0,0655 (4,4)	0,0053 (2,3)	239 (5,7)	0,072.10 ⁻⁶ (17,2)
	0,16	0,33(4,8)	0,0624 (4,1)	0,0052(4,8)	247 (8,0)	0,065.10 ⁻⁶ (14,2)
	0,17	0,34(6,1)	0,06551(7,4)	0,0052 (2,5)	246 (4,1)	0,075.10 ⁻⁶ (5,8)
200	0,15	0,54(3,8)	0,0735 (3,4)	0,0074 (3,3)	255 (4,4)	0,084.10 ⁻⁶ (12,8)
	0,17	0,61(1,7)	0,0711 (3,6)	0,0086 (5,2)	236 (2,1)	0,091.10 ⁻⁶ (9,2)
	0,18	0,57(2,4)	0,0732 (4,9)	0,0078 (5,6)	258 (4,1)	0,081.10 ⁻⁶ (9,2)
240	0,14	0,50(1,6)	0,0688 (5,1)	0,0073 (3,7)	249 (4,3)	0,076.10 ⁻⁶ (9,6)
	0,16	0,50(5,3)	0,0715 (5,5)	0,0071 (7,5)	257 (4,8)	0,078.10 ⁻⁶ (13,0)
	0,18	0,50(8,2)	0,0714 (4,0)	0,0070 (4,4)	260 (2,8)	0,076.10 ⁻⁶ (12,3)

Tab. 19 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených polotrvalou nehořlavou úpravou (metoda Mofos) - měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,14	0,33 (6,0)	0,202 (4,9)	0,0016 (1,5)	1304(7,1)	0,024.10 ⁻⁶ (7,1)
	0,16	0,31(2,5)	0,185(12,6)	0,0017 (12,6)	1277(11,7)	0,021.10 ⁻⁶ (7,6)
	0,17	0,32(2,4)	0,186 (7,5)	0,0017 (9,7)	1254(6,3)	0,022.10 ⁻⁶ (2,9)
200	0,15	0,55(6,3)	0,218 (9,4)	0,0025 (3,1)	1200 (2,4)	0,033.10 ⁻⁶ (14,6)
	0,17	0,56(4,2)	0,220 (1,9)	0,0025 (3,7)	1230 (2,2)	0,032.10 ⁻⁶ (8,0)
	0,18	0,55(1,4)	0,221(7,6)	0,0025 (6,4)	1235 (6,6)	0,032.10 ⁻⁶ (12,2)
240	0,14	0,49(3,2)	0,172 (5,5)	0,0028 (8,9)	1110 (5,8)	0,024.10 ⁻⁶ (1,9)
	0,16	0,53(4,4)	0,163(11,3)	0,0033 (14,4)	1030 (10,8)	0,025.10 ⁻⁶ (6,9)
	0,18	0,51(1,5)	0,162 (5,1)	0,0032 (6,5)	1025 (3,9)	0,025.10 ⁻⁶ (8,1)

Tab. 20 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených nesráživou úpravou (přípravek Depremol G) – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. DepremoluG v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,026	0,39 (01)	0,0640 (1)	0,0061 (0,1)	200 (2,3)	0,103.10 ⁻⁶ (15,7)
	0,037	0,39(3,6)	0,0663 (2,7)	0,0059 (1,2)	209 (3,8)	0,100.10 ⁻⁶ (6,9)
	0,050	0,39(2,6)	0,0637 (2,4)	0,0061 (1,8)	202 (6,3)	0,101.10 ⁻⁶ (15,1)
200	0,029	0,63(3,3)	0,0695 (2,9)	0,0090 (1,3)	206 (3,9)	0,114.10 ⁻⁶ (6,9)
	0,042	0,61(2,8)	0,0678 (1,7)	0,0090 (1,2)	210 (4,1)	0,105.10 ⁻⁶ (12,0)
	0,055	0,62(2,2)	0,0696 (3,2)	0,0089 (1,1)	209 (4,0)	0,111.10 ⁻⁶ (13,2)
240	0,028	0,56(2,1)	0,0729 (2,1)	0,0077 (1,6)	232 (4,8)	0,099.10 ⁻⁶ (13,7)
	0,040	0,56(2,8)	0,0742 (1,9)	0,0076 (1,3)	232 (5,9)	0,103.10 ⁻⁶ (15,7)
	0,050	0,56(3,7)	0,0733 (3,3)	0,0076 (0,6)	227 (1,2)	0,106.10 ⁻⁶ (13,4)

Tab. 21 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených nehořlavou úpravou (přípravek Depremol G) - měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. DepremoluG v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,026	0,32(4,9)	0,132 (4,9)	0,0024 (3,6)	879 (1,3)	0,023.10 ⁻⁶ (16,8)
	0,037	0,30(2,2)	0,135 (8,3)	0,0023(7,0)	972 (7,0)	0,019.10 ⁻⁶ (4,8)
	0,050	0,32(9,8)	0,134 (4)	0,0024 (7,7)	935 (6,5)	0,021.10 ⁻⁶ (18,9)
200	0,029	0,63(3,3)	0,195 (6,8)	0,0032 (6,7)	1145 (5,1)	0,029.10 ⁻⁶ (3,9)
	0,042	0,59(0,1)	0,184 (5,0)	0,0032 (5,0)	1080 (4,0)	0,029.10 ⁻⁶ (10,5)
	0,055	0,57(2,7)	0,164 (5,0)	0,0035 (7,3)	934 (6,3)	0,031.10 ⁻⁶ (8,2)
240	0,028	0,53(2,9)	0,163 (1,50)	0,0032 (4,3)	958 (10,3)	0,029.10 ⁻⁶ (17,2)
	0,040	0,51(4,1)	0,182 (3,30)	0,0028 (0,8)	1069 (3,9)	0,029.10 ⁻⁶ (9,4)
	0,050	0,52(2,0)	0,181 (10,8)	0,0029(12,2)	1082 (9,3)	0,028.10 ⁻⁶ (7,4)

Tab. 22 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených měkkčící úpravou (přípravek Syntamin NI) – měření za sucha

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Syntaminu NI v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,015	0,33(1,2)	0,0602 (1,9)	0,0055 (1,1)	217 (0,5)	0,077.10 ⁻⁶ (3,3)
	0,024	0,33(4,8)	0,0593 (3,2)	0,0055 (3,1)	217 (5,9)	0,075.10 ⁻⁶ (14,4)
	0,030	0,33(7,7)	0,0611 (5,8)	0,0054 (2,8)	221 (2,5)	0,076.10 ⁻⁶ (8,6)
200	0,016	0,56(2,4)	0,0674 (1,9)	0,0083 (1,0)	212 (6,0)	0,102.10 ⁻⁶ (12,3)
	0,025	0,56(2,4)	0,0678 (3,7)	0,0082 (1,4)	220 (3,1)	0,095.10 ⁻⁶ (1,4)
	0,033	0,58(1,3)	0,0706 (2,4)	0,0082 (1,4)	221 (5,9)	0,103.10 ⁻⁶ (15,1)
240	0,016	0,52(2,6)	0,0703 (2,2)	0,0074 (0,5)	238 (2,8)	0,087.10 ⁻⁶ (8,1)
	0,023	0,48(3,2)	0,0663 (4,7)	0,0073 (1,7)	237 (4,6)	0,079.10 ⁻⁶ (16,2)
	0,031	0,50(3,1)	0,0682(5,4)	0,0073 (3,4)	242 (3,8)	0,081.10 ⁻⁶ (18,4)

Tab. 23 - Přehled naměřených parametrů přístroje Alambeta u tkanin upravených měkkčící úpravou (přípravek Syntamin NI) – měření po aplikaci potního impulsu

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Syntamin NI v textili [g.g ⁻¹]	h [mm]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ²]	b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	a [m ² s ⁻¹]
145	0,015	0,34(2,3)	0,195 (2,8)	0,0017 (3,3)	1126 (13,3)	0,030.10 ⁻⁶ (19,2)
	0,024	0,33(1,2)	0,212 (5,5)	0,0015 (4,5)	1267 (4,6)	0,028.10 ⁻⁶ (10,2)
	0,030	0,33(4,6)	0,249 (11,2)	0,0013 (7,2)	1350 (30,0)	0,034.10 ⁻⁶ (36,0)
200	0,016	0,55(2,8)	0,378 (19,7)	0,0015 (22,1)	1600 (10,3)	0,049.10 ⁻⁶ (26,4)
	0,025	0,52(3,0)	0,386 (14,9)	0,0014 (17,4)	1600 (21,7)	0,050.10 ⁻⁶ (13,2)
	0,033	0,54(3,8)	0,390 (13,7)	0,0014 (12,6)	1600 (7,1)	0,045.10 ⁻⁶ (18,2)
240	0,016	0,51(1,5)	0,244(12,3)	0,0021 (11,9)	1252 (21,1)	0,038.10 ⁻⁶ (18,5)
	0,023	0,50(1,6)	0,242 (23,1)	0,0021 (22,6)	1312 (15,3)	0,034.10 ⁻⁶ (16,5)
	0,031	0,51(4,0)	0,282 (21,4)	0,0019 (17,6)	1393 (13,9)	0,041.10 ⁻⁶ (16,4)

Příloha č. 2

Tab. 23 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u neupravených tkanin

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
145	64,0 (1,3)	2,3 (3,0)
200	53,8 (8,9)	3,6 (15,4)
240	55,8 (7,9)	3,4 (18,9)

Tab. 24 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Depluvín

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depluvínu v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,054	66,4 (2,4)	2,2 (6,8)
	0,066	66,7 (1,9)	2,2 (5,1)
	0,081	65,9 (2,4)	2,2 (7,5)
200	0,057	52,9 (4,1)	3,9 (6,3)
	0,076	51,3 (2,6)	4,2 (4,9)
	0,090	52,2 (4,6)	4,0 (8,7)
240	0,053	54,8 (3,5)	3,4 (4,8)
	0,069	53,0 (3,3)	3,5 (6,7)
	0,086	53,0 (2,0)	3,4 (3,2)

Tab. 25 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Lukofix

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Lukofixu v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,01	67,1 (4,0)	2,1 (11,4)
	0,02	66,4 (1,7)	2,1 (5,2)
	0,03	66,9 (0,5)	2,1 (2,5)
200	0,01	52,7 (4,9)	4,0 (10,2)
	0,02	52,5 (3,4)	3,9 (7,7)
	0,03	53,5 (2,1)	3,8 (1,6)
240	0,01	58,4 (5,4)	3,0 (9,6)
	0,02	58,8 (4,3)	3,0 (10,7)
	0,03	61,3 (1,8)	2,7 (4,6)

Tab. 26 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených dočasnou nehořlavou úpravou (metoda Ignis2)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,070	63,8 (5,6)	2,3 (13,3)
	0,090	59,7 (3,8)	2,7 (8,9)
	0,110	60,8 (3,4)	2,6 (8,4)
200	0,070	44,3 (4,8)	4,6 (8,4)
	0,096	44,6 (1,5)	4,6 (2,3)
	0,126	42,1 (4,4)	5,1 (7,2)
240	0,070	50,3 (3,7)	4,4 (6,4)
	0,090	50,0 (6,2)	4,7 (12,8)
	0,120	48,7 (7,5)	4,8 (11,5)

Tab. 27 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených polotrvalou nehořlavou úpravou (metoda Mofos)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,14	57,8 (7,1)	3,3 (17,4)
	0,16	53,9 (2,0)	3,8 (6,5)
	0,17	58,0 (4,8)	3,2 (10,4)
200	0,15	43,6 (0,3)	4,8 (0,7)
	0,17	45,2 (5,1)	4,5 (9,7)
	0,18	43,9 (4,9)	4,8 (8,7)
240	0,14	50,8 (4,9)	4,5 (7,6)
	0,16	50,1 (3,5)	4,7 (5,4)
	0,18	50,3 (7,8)	4,7 (14,9)

Tab. 28 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených nesráživou úpravou (přípravek Depremol G)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depremolu G v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,026	66,1 (3,4)	2,4 (9,0)
	0,037	62,1 (3,8)	2,8 (10,7)
	0,050	62,6 (1,0)	2,8 (2,6)
200	0,029	52,1 (1,2)	4,3 (2,1)
	0,042	51,8 (4,1)	4,4 (8,1)
	0,055	53,4 (3,5)	4,2 (5,9)
240	0,028	57,4 (2,3)	3,5 (4,0)
	0,040	57,8 (4,7)	3,5 (9,5)
	0,050	57,4 (3,5)	3,4 (8,5)

Tab. 29 - Přehled naměřených parametrů přístroje Permetest u tkanin upravených měkkčící úpravou (přípravek Syntamin NI)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. SyntaminuNI v textilií [g.g ⁻¹]	p [%]	R _{et} [Pa.m ² .W ⁻¹]
140	0,015	66,3 (2,3)	2,3 (5,8)
	0,024	66,1 (3,9)	2,2 (11,1)
	0,030	64,6 (2,3)	2,3 (7,0)
200	0,016	52,0 (1,6)	3,8 (3,8)
	0,025	53,1 (2,3)	3,7 (4,6)
	0,033	49,9 (2,7)	4,1 (4,1)
240	0,016	56,7 (2,9)	3,6 (5,8)
	0,023	58,1 (2,6)	3,3 (5,4)
	0,031	58,0 (1,3)	3,3 (1,8)

Příloha č. 3

Tab. 30 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 3300 u neupravených tkanin

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	1316,7 (2,5)
200	183,0 (5,6)
240	347,0 (1,3)

Tab. 31 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 3300 u tkanin upravených hydrofobním přípravkem Depluvin

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depluvinu v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,054	1286,7 (0,02)
	0,066	1243,3 (1,7)
	0,081	1236,7 (2,8)
200	0,057	171,0 (1,0)
	0,076	162,7 (1,1)
	0,090	182,7 (2,5)
240	0,053	341,3 (1,2)
	0,069	348,7 (2,4)
	0,086	343,7 (2,3)

Tab. 32 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 3300 u tkanin upravených hydrofobní přípravkem Lukofix

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Lukofixu v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,01	1103,3 (2,0)
	0,02	1306,7 (2,0)
	0,03	1213,3 (3,6)
200	0,01	168,0 (3,2)
	0,02	182,7 (3,0)
	0,03	170,3 (1,8)
240	0,01	355,0 (0,5)
	0,02	337,0 (3,6)
	0,03	344,0 (1,2)

Tab. 33 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 3300 u tkanin upravených dočasnou nehořlavou úpravou (metoda Ignis2)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,070	1150,0 (1,2)
	0,090	999,3 (0,9)
	0,110	976,7 (1,4)
200	0,070	154,3 (0,8)
	0,096	148,7 (4,3)
	0,126	158,0 (3,1)
240	0,070	351,7 (2,6)
	0,090	335,3 (2,3)
	0,120	290,3 (2,6)

Tab. 34 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 3300 u tkanin upravených polotrvalou nehořlavou úpravou (metoda Mofos)

plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. (NH ₄) ₂ HPO ₄ v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,14	1196,7 (1,0)
	0,16	1090,0 (1,3)
	0,17	1018,7 (4,6)
200	0,15	161,7 (3,0)
	0,17	157,0 (2,4)
	0,18	158,7 (5,0)
240	0,14	296,3 (2,6)
	0,16	306,7 (2,2)
	0,18	266,7 (2,5)

Tab. 35 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 300 u tkanin upravených nesráživou úpravou (přípravek Depremol G)

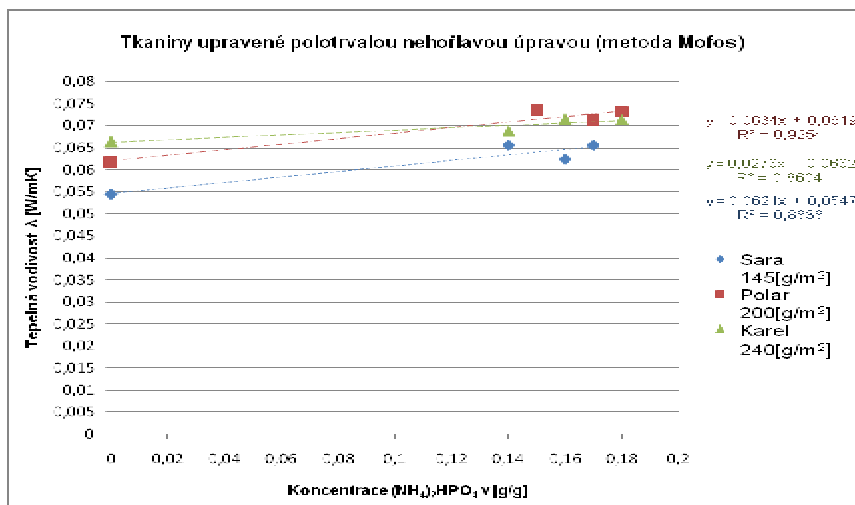
plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Depremol G v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,026	1140,0 (5,7)
	0,037	1206,7 (1,6)
	0,050	1246,7 (0,4)
200	0,029	202,7 (0,6)
	0,042	180,7 (3,7)
	0,055	158,3 (1,9)
240	0,028	339,0 (2,0)
	0,040	343,3 (2,0)
	0,050	340,3 (1,2)

Tab. 36 - Přehled naměřených hodnot prodyšnosti na přístroji TEXTEST FX 300 u tkanin upravených měkkčící úpravou (přípravek Syntamin NI)

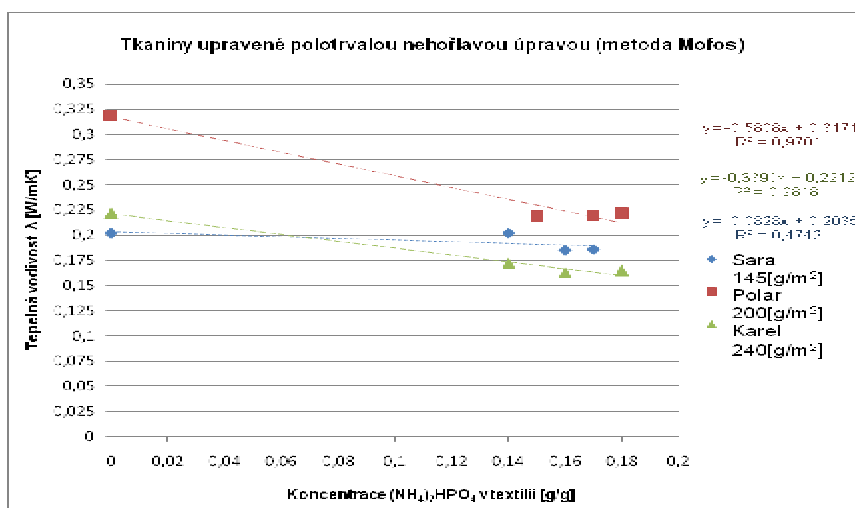
plošná hmotnost [g.m ⁻²]	konc. Syntaminu NI v textilií [g.g ⁻¹]	prodyšnost [l.m ⁻² .s ⁻¹]
145	0,015	1150,0 (5,6)
	0,024	1116,7 (4,4)
	0,030	1113,3 (7,0)
200	0,016	169,7 (3,2)
	0,025	164,0 (0,9)
	0,033	154,0 (1,4)
240	0,016	339,7 (1,7)
	0,023	343,0 (1,1)
	0,031	341,0 (0,7)

Příloha č. 4

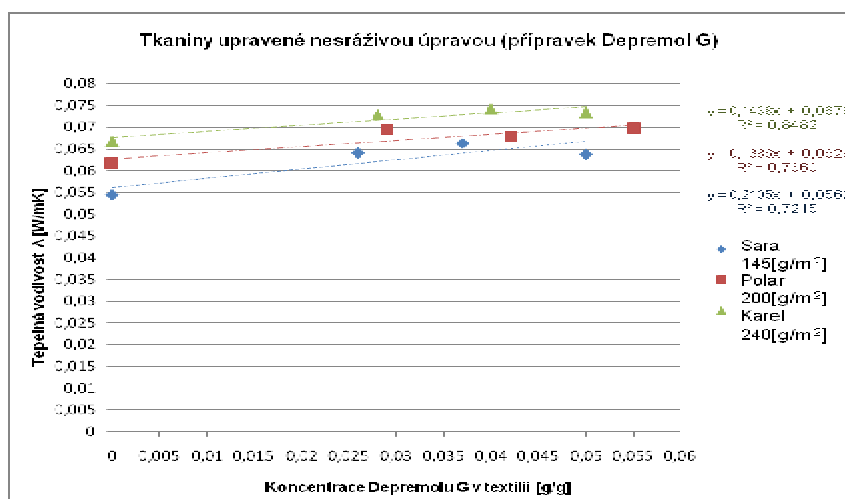
Parametr tepelná vodivost



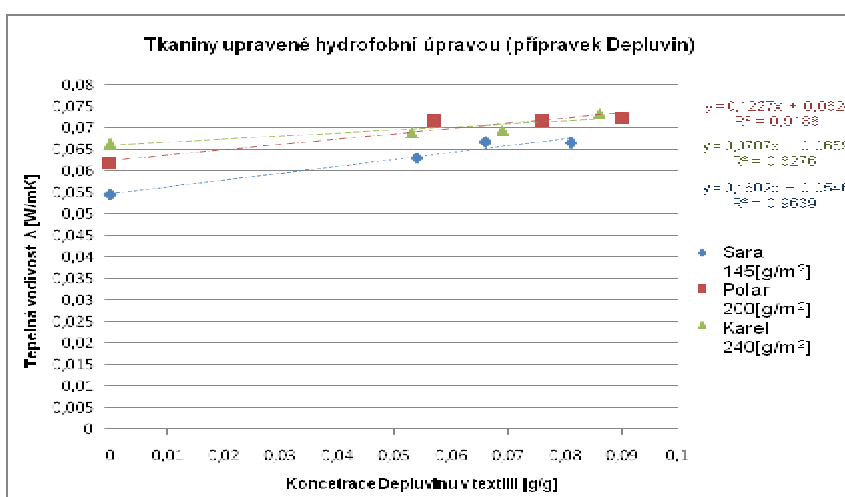
Graf 20 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



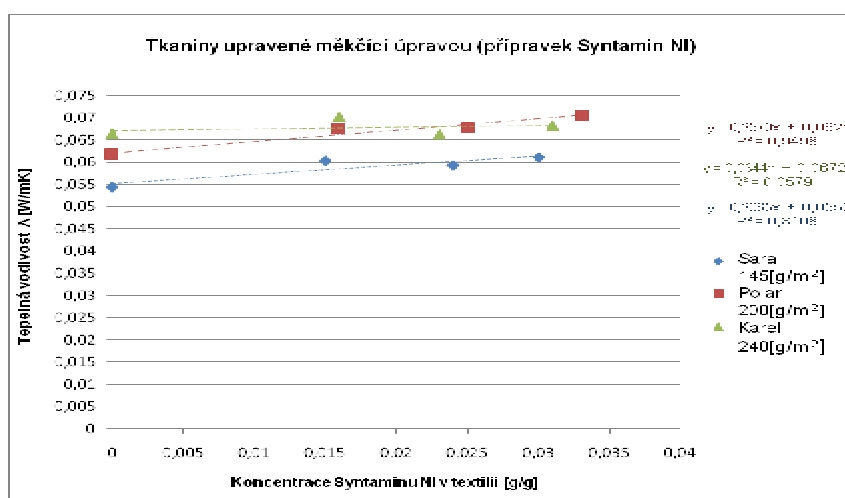
Graf 21 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



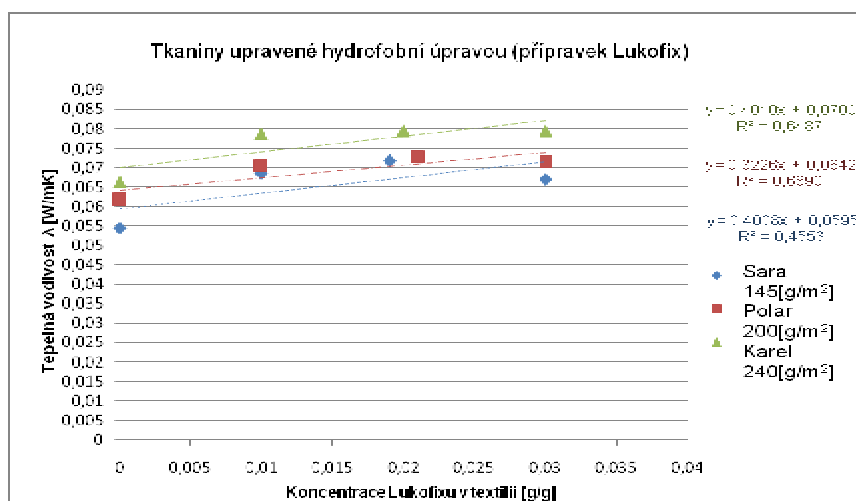
Graf 22 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



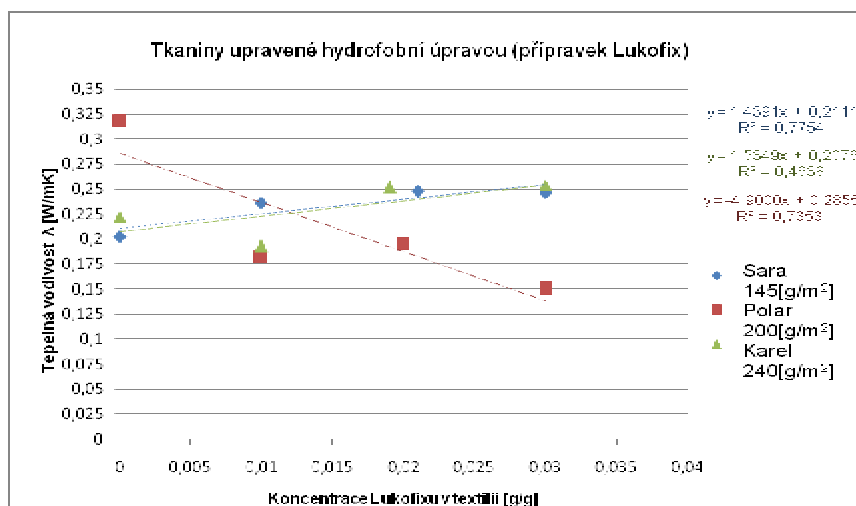
Graf 23 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvínu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



Graf 24 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci přípravku pro měkkící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

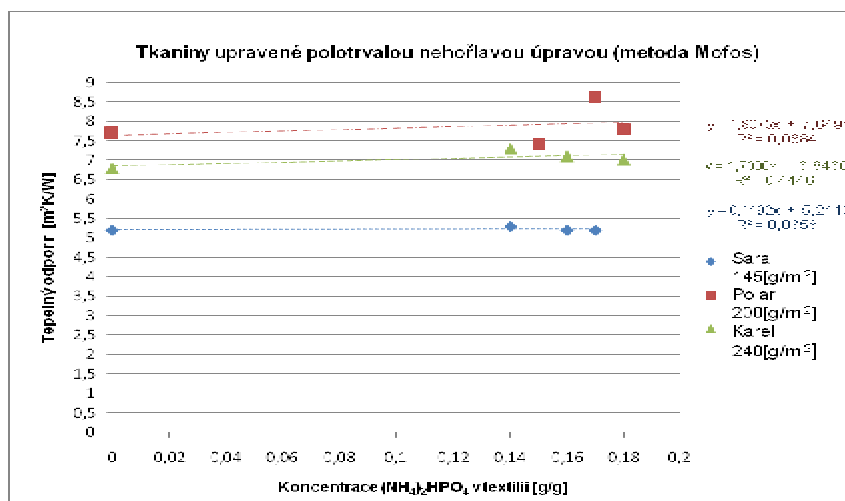


Graf 25 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

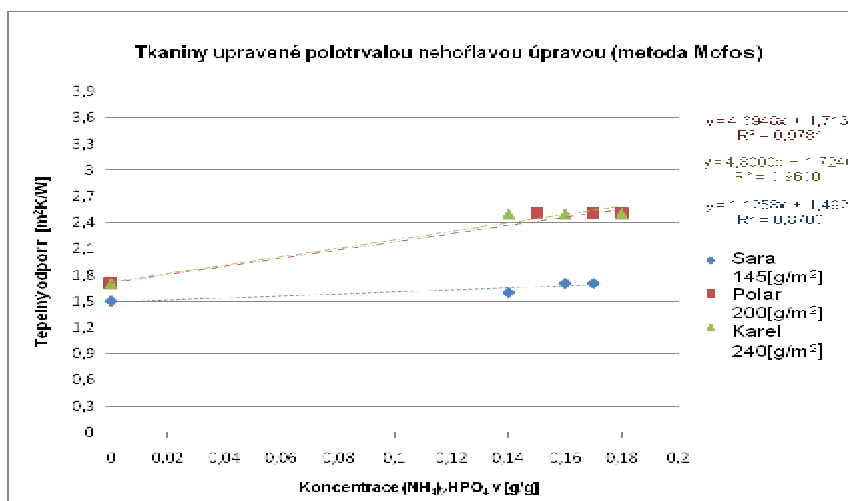


Graf 26 - Závislost tepelné vodivosti na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

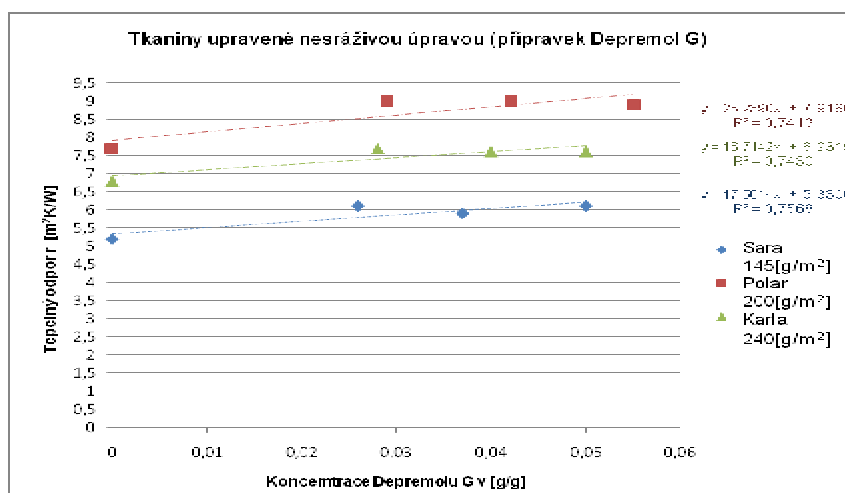
Parametr tepelný odpor



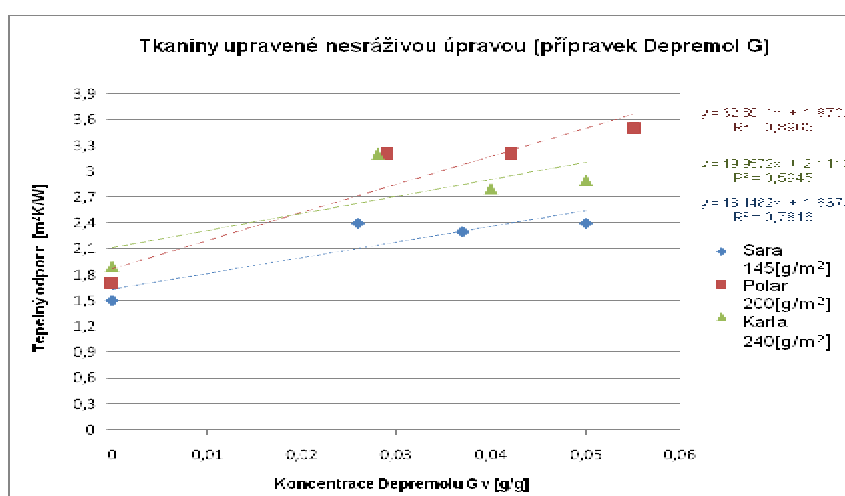
Graf 27- Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



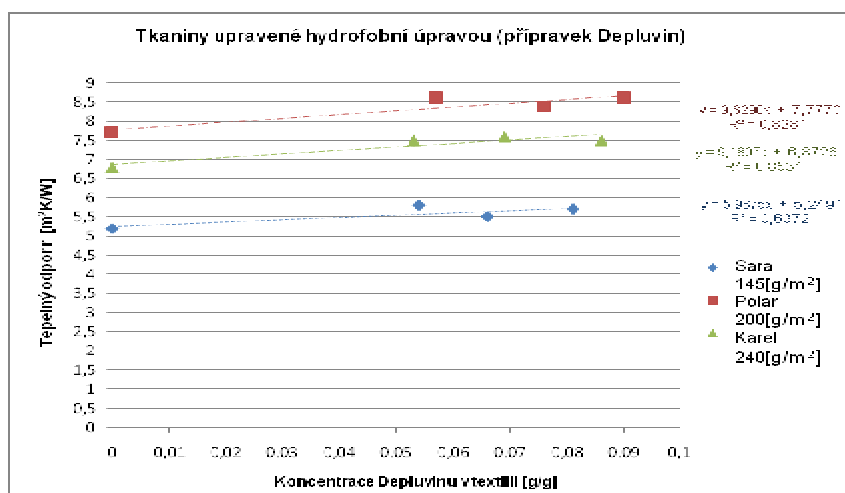
Graf 28 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



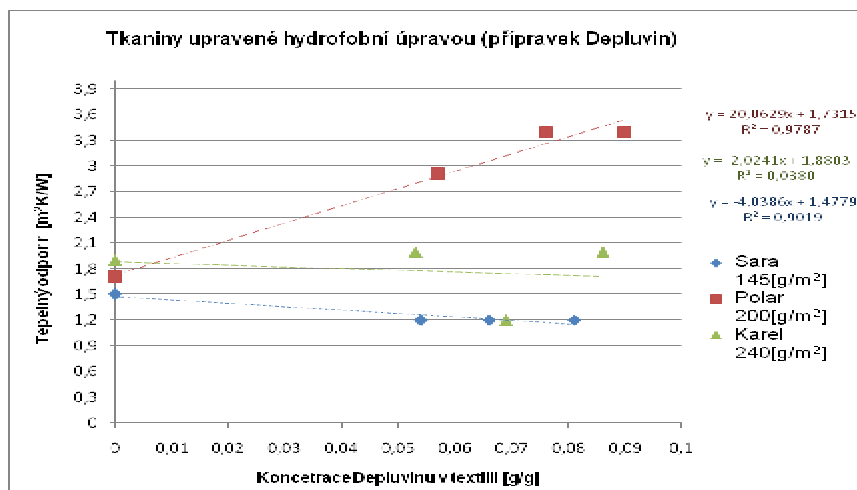
Graf 29 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



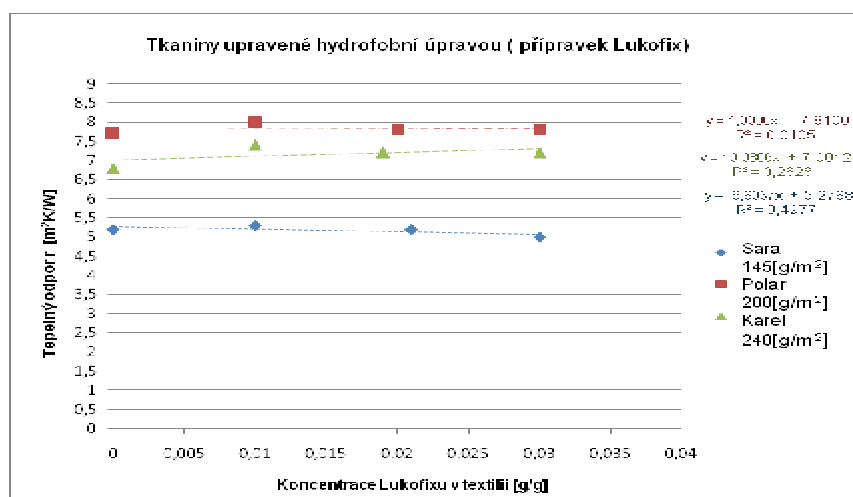
Graf 30 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



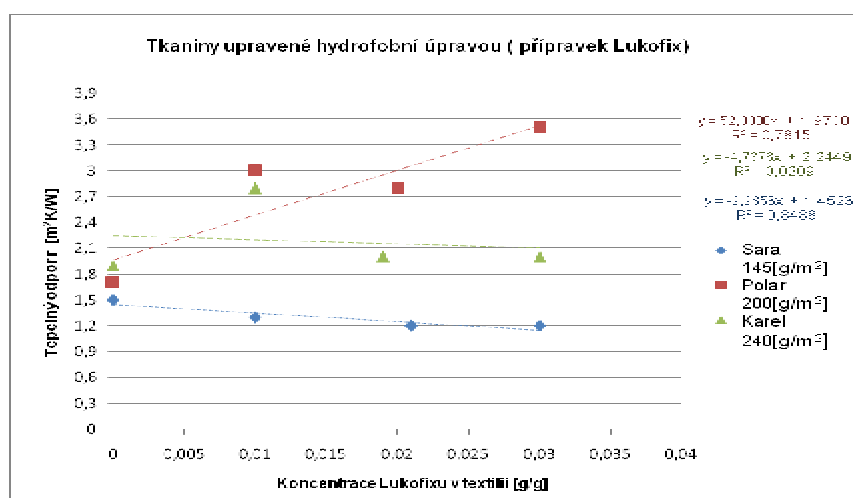
Graf 31 - Závislost tepelného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvínu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



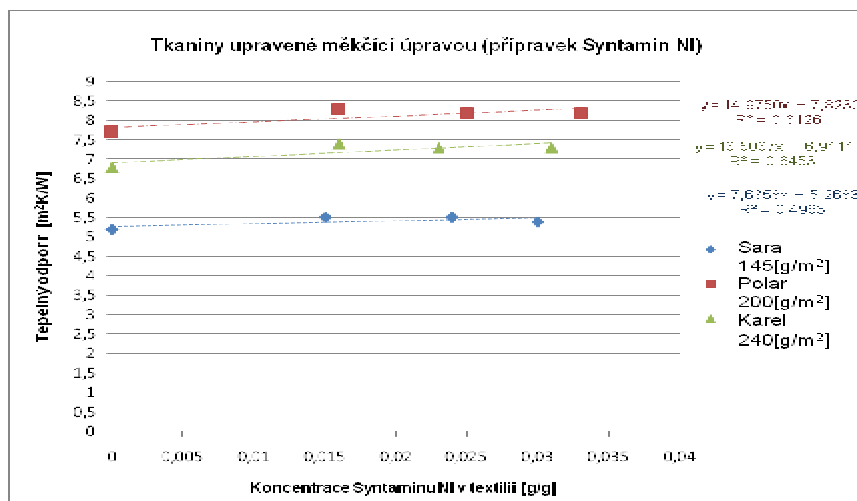
Graf 32 - Závislost tepelného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



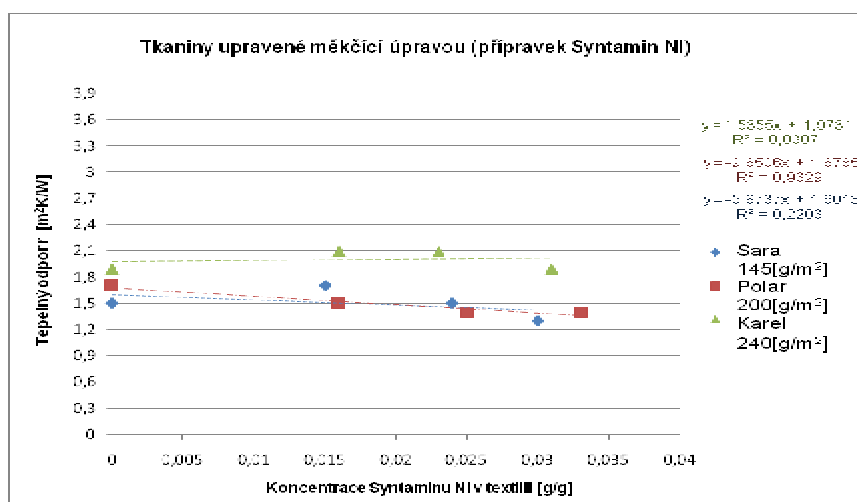
Graf 33 - Závislost tepelného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



Graf 34 - Závislost tepelného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu

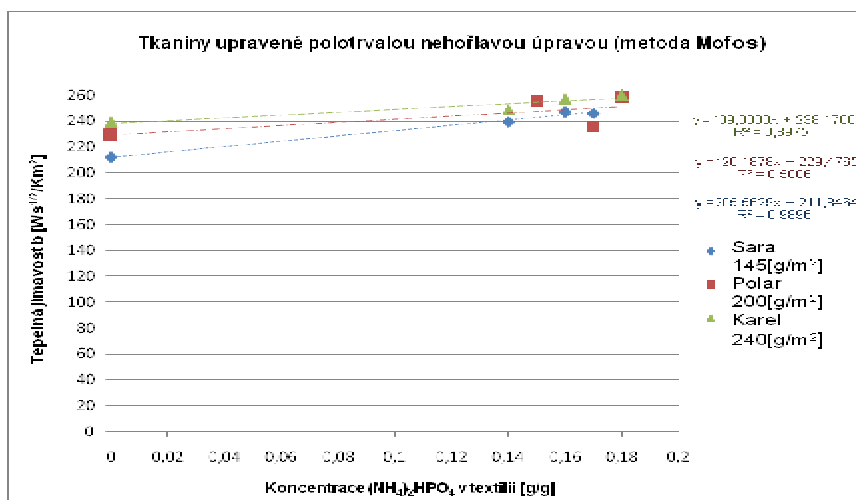


Graf 35 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro měkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

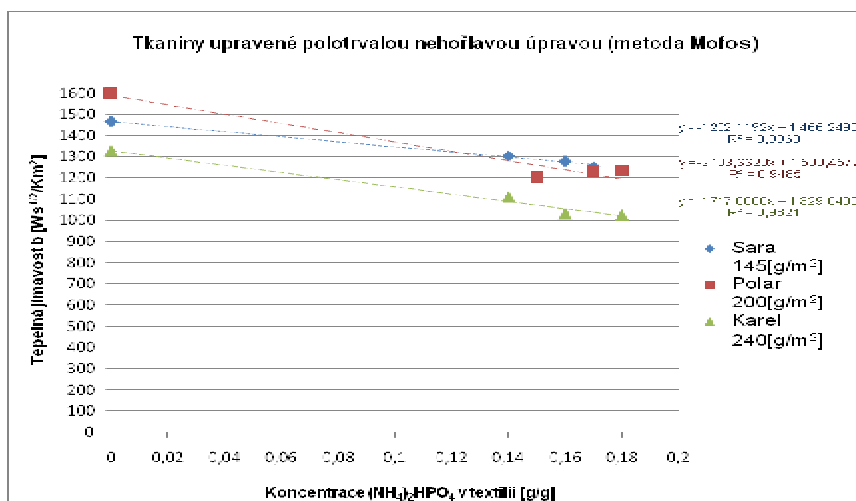


Graf 36 - Závislost tepelného odporu na koncentraci přípravku pro měkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření po aplikaci potního impulsu

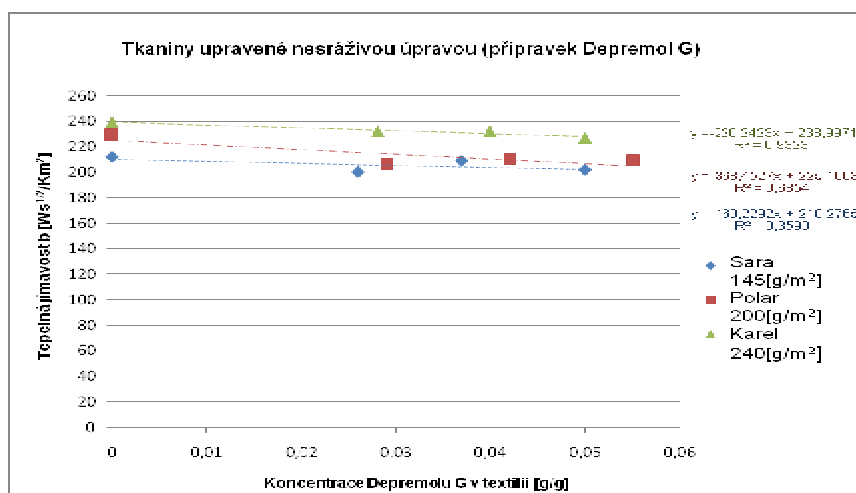
Parametr tepelná jímavost



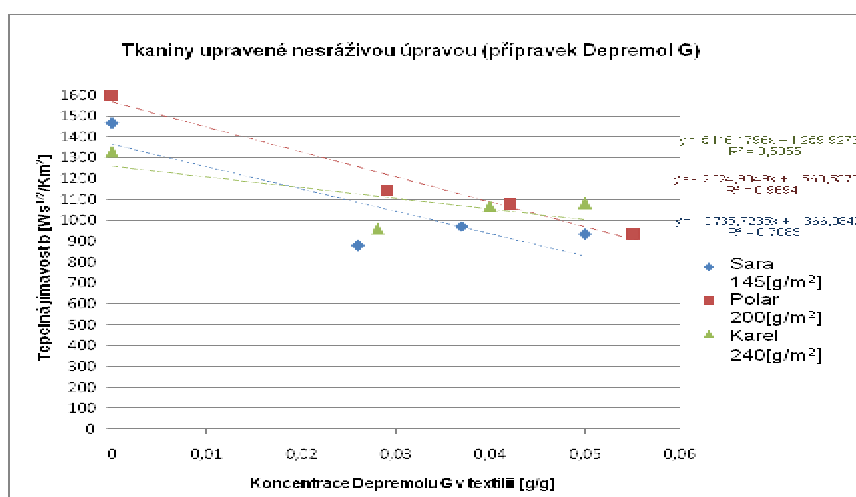
Graf 37 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textilích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



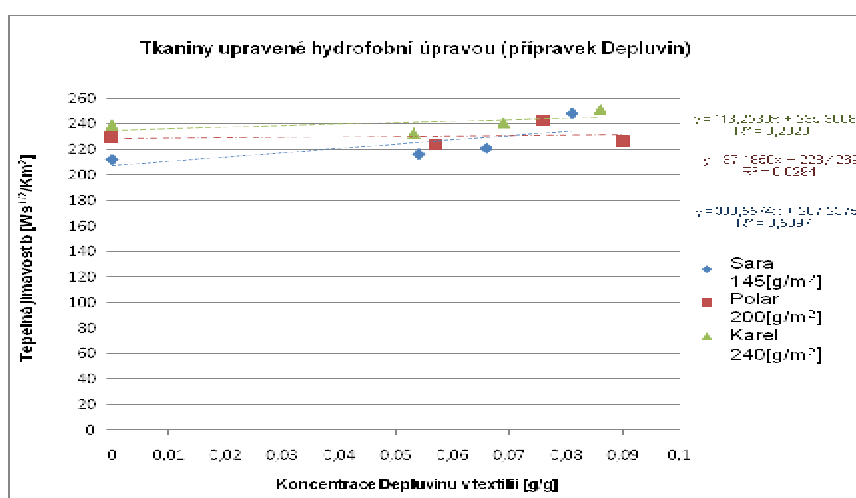
Graf 38 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textilích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



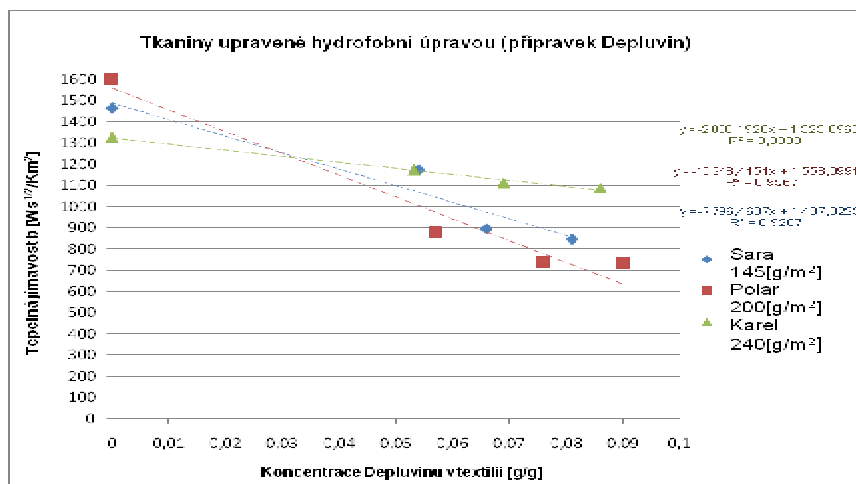
Graf 39 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



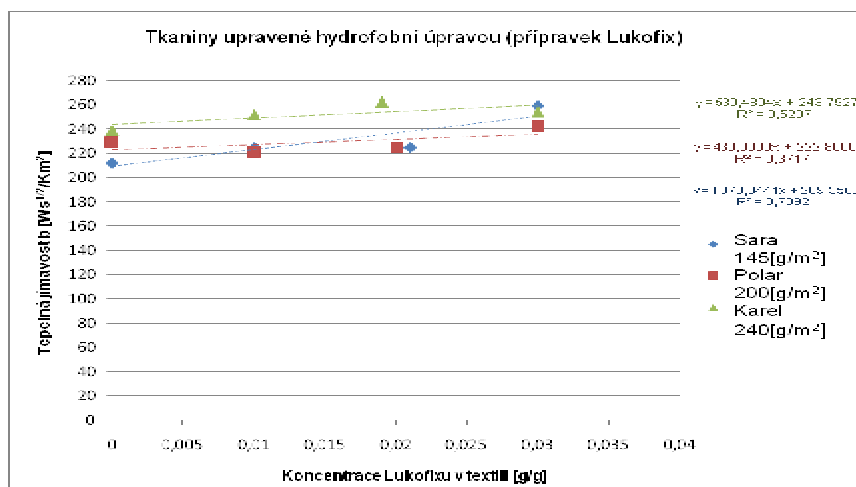
Graf 40 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech - měření po aplikaci potního impulsu



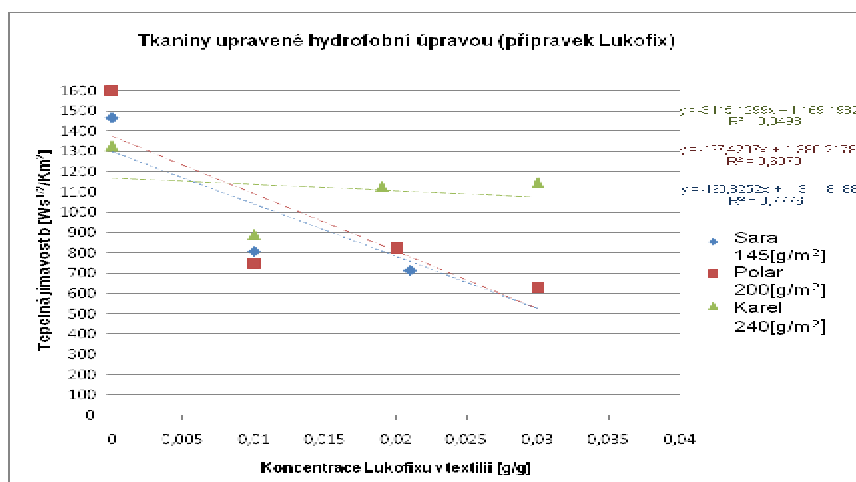
Graf 41 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha



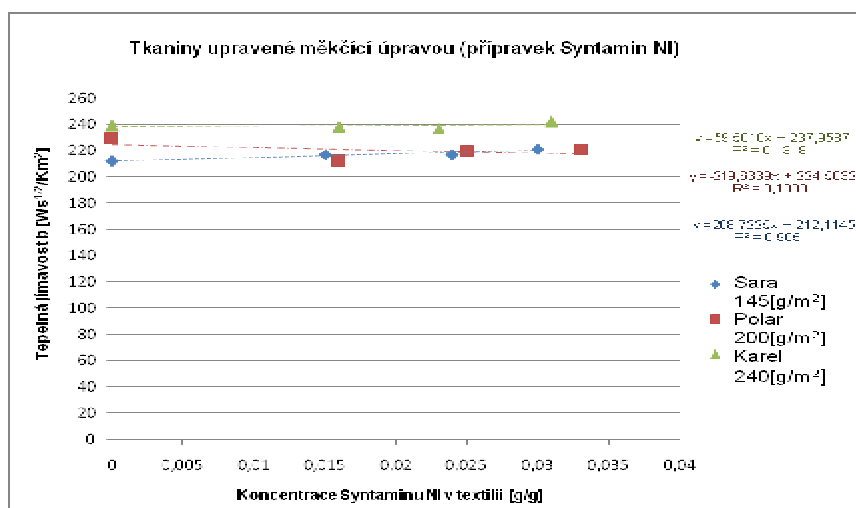
Graf 42 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvinu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření po aplikaci potního impulsu



Graf 43 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření za sucha

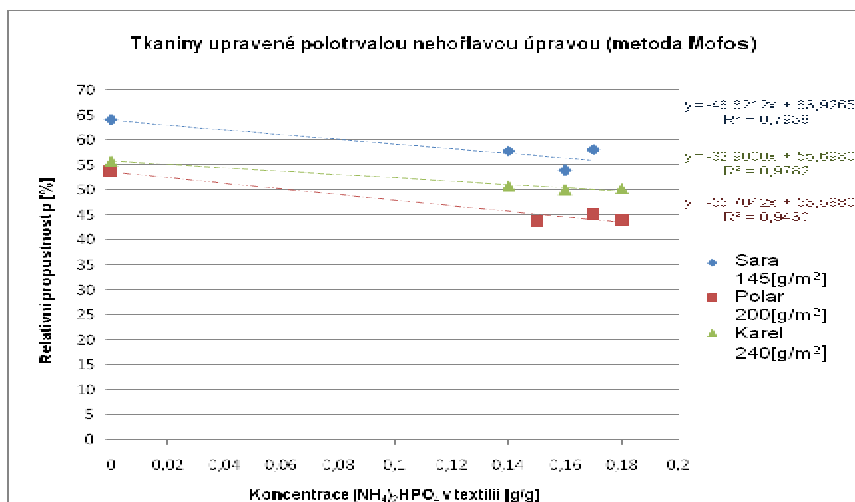


Graf 44 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech – měření po aplikaci potního impulsu

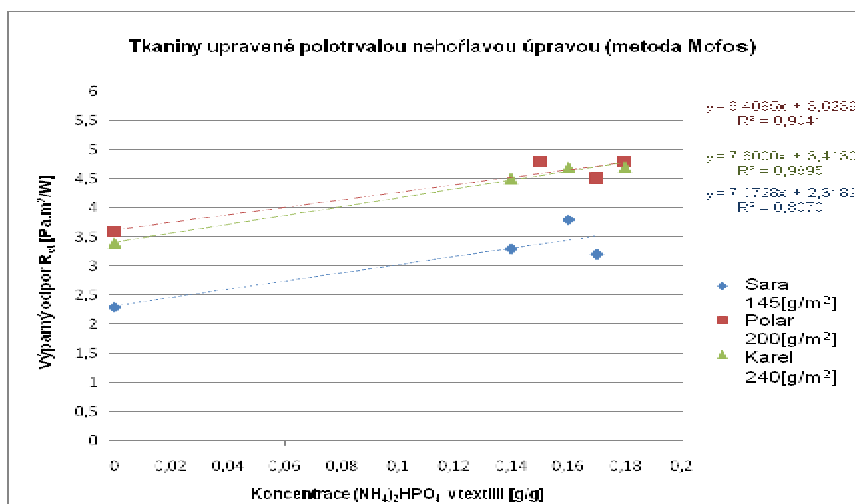


Graf 45 - Závislost tepelné jímavosti na koncentraci přípravku pro měkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

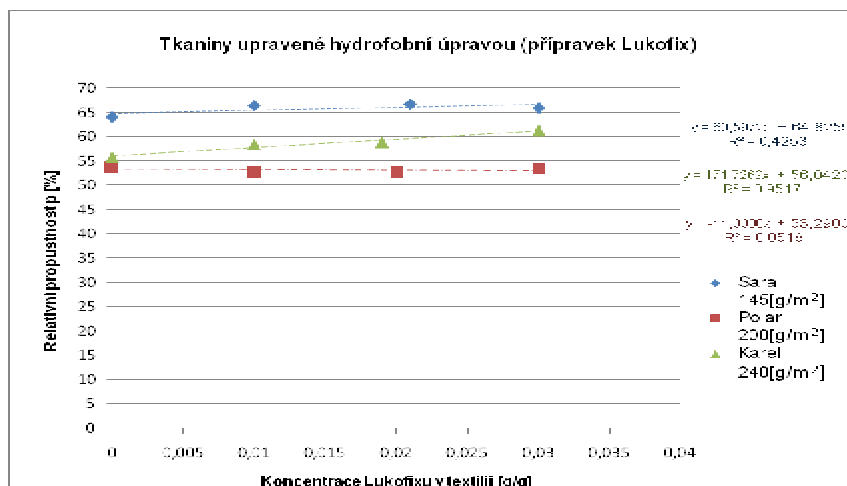
Příloha č. 5



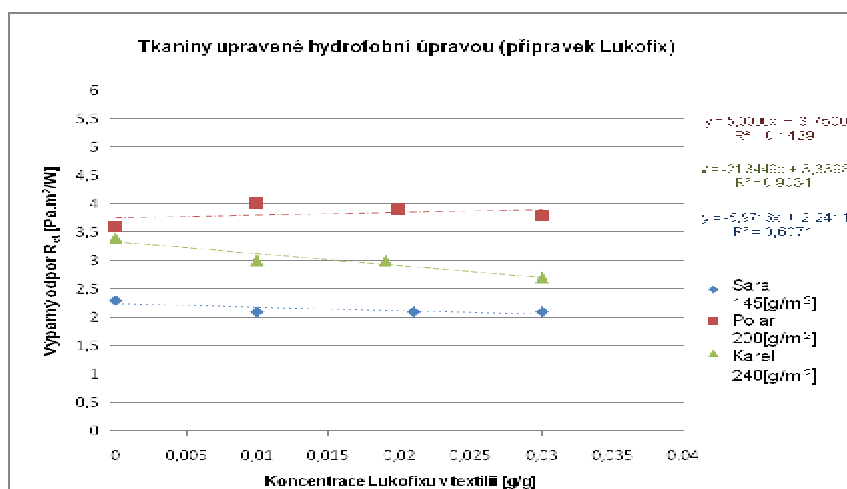
Graf 46 - Závislost relativní propustnosti pro vodní páry na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech



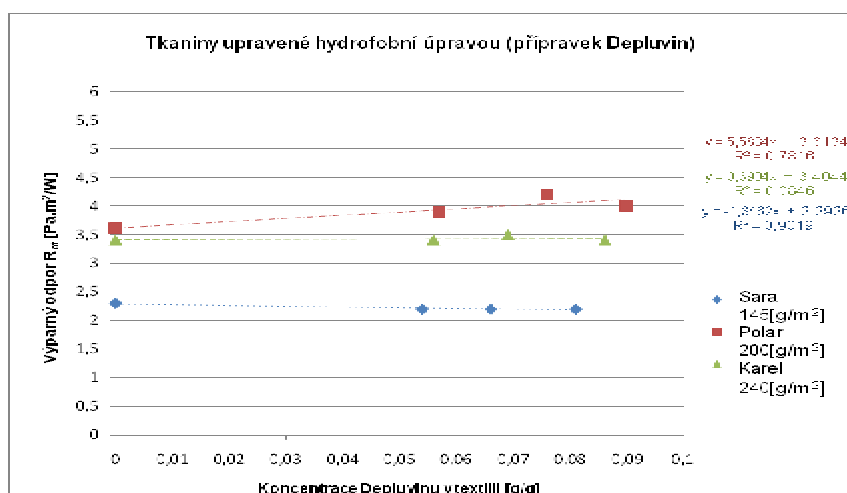
Graf 47 - Závislost výparného odporu na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech



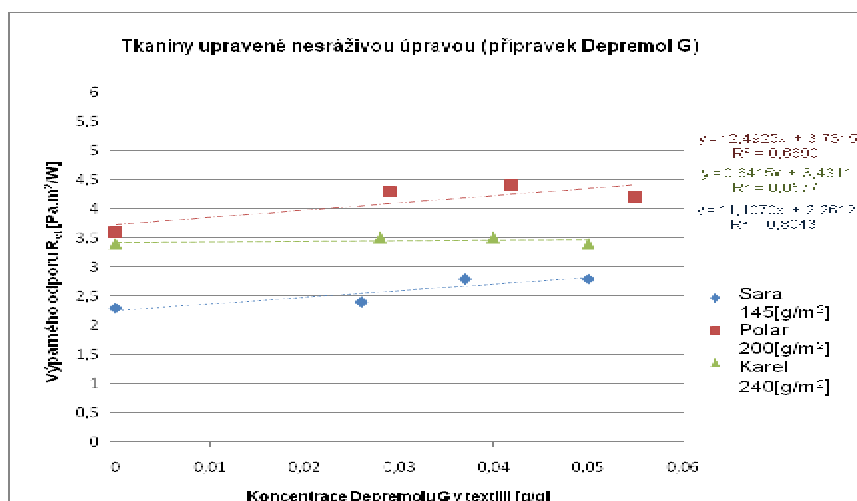
Graf 48 - Závislost relativní propustnosti pro vodní páry na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech



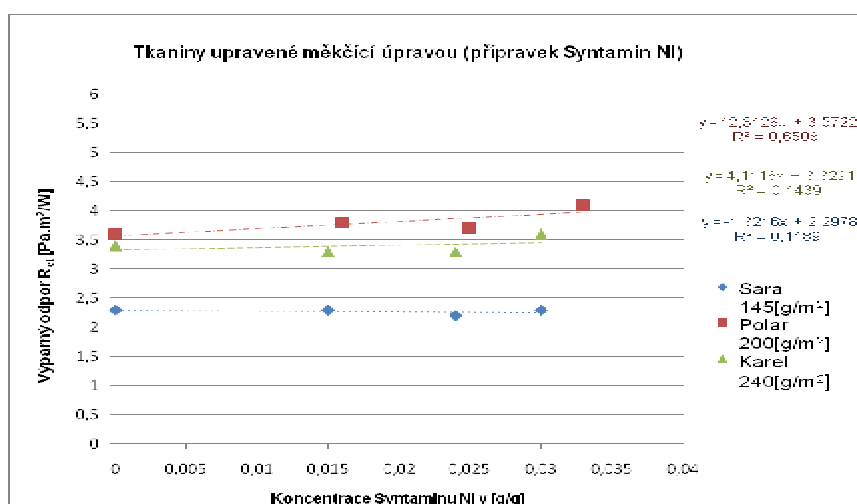
Graf 49 - Závislost výparného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech



Graf 50 - Závislost výparného odporu na koncentraci hydrofobního přípravku Depluvínu v textiliích o různých plošných hmotnostech

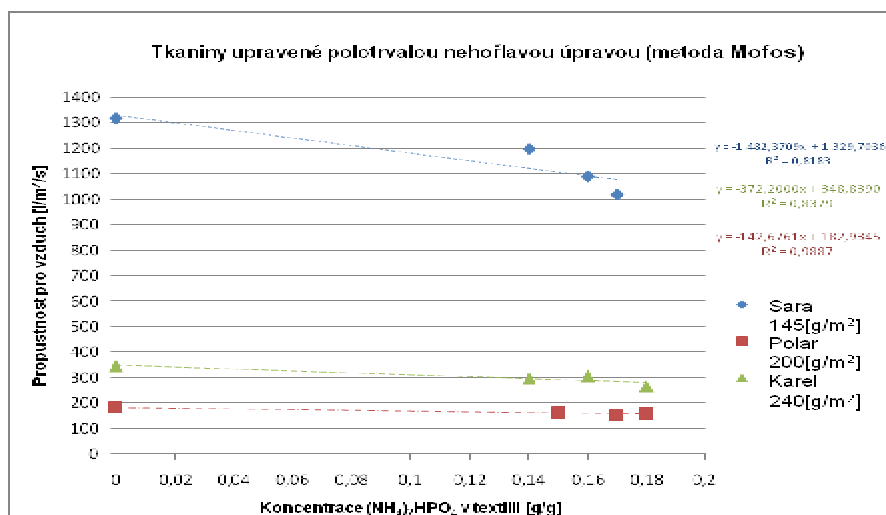


Graf 51 - Závislost výparného odporu na koncentraci přípravku pro nesráživou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

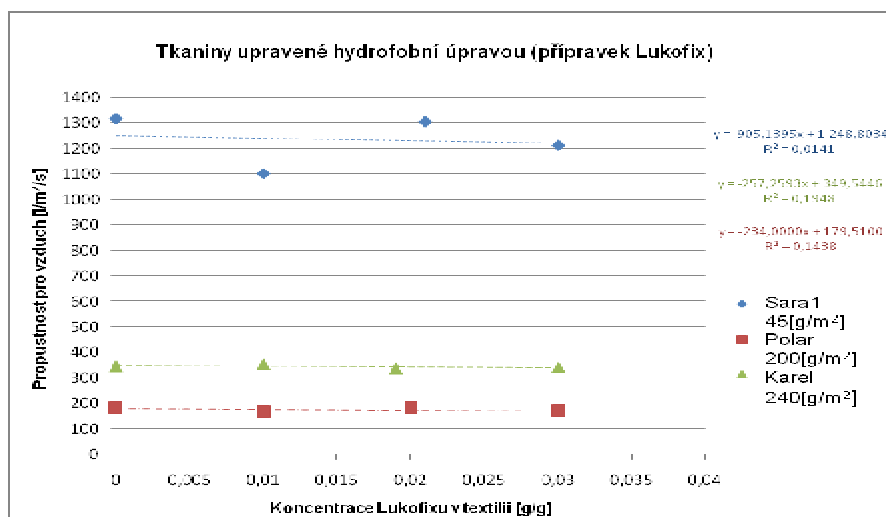


Graf 52 - Závislost výparného odporu na koncentraci přípravku pro měkčící úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Příloha č. 6

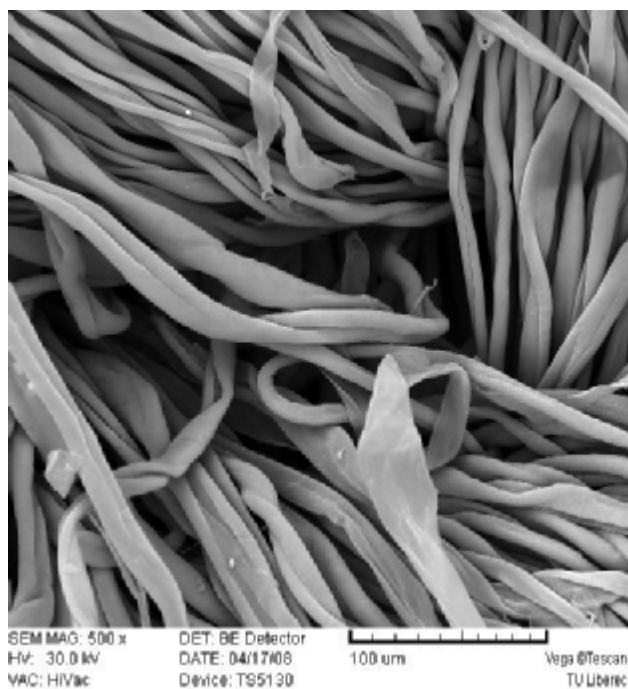


Graf 53 – Závislost propustnosti pro vzduch na koncentraci přípravku pro polotrvalou nehořlavou úpravu v textiliích o různých plošných hmotnostech

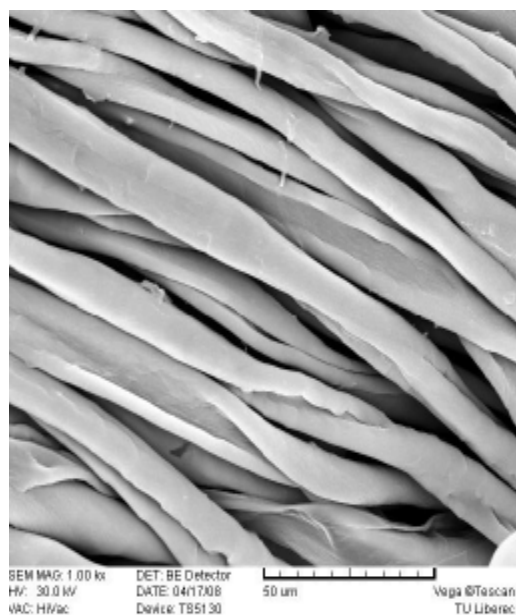


Graf 54 - Závislost propustnosti pro vzduch na koncentraci hydrofobního přípravku Lukofixu v textiliích o různých plošných hmotnostech

Příloha č. 7



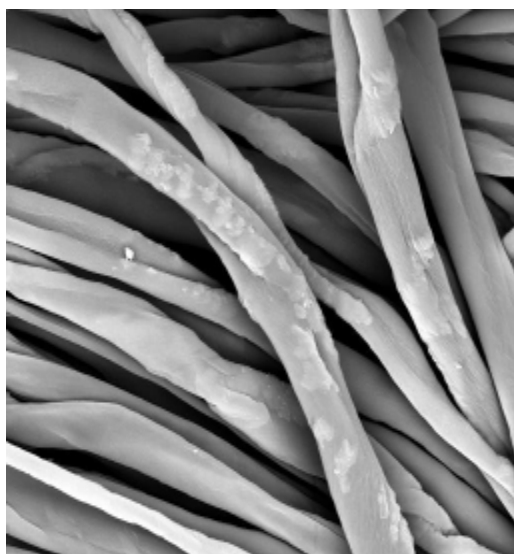
Obr. 34 – Původní tkanina Polar



Obr. 35 – Tkanina Polar upravená hydrofobním prostředkem Depluvin - konc. 90 g/l



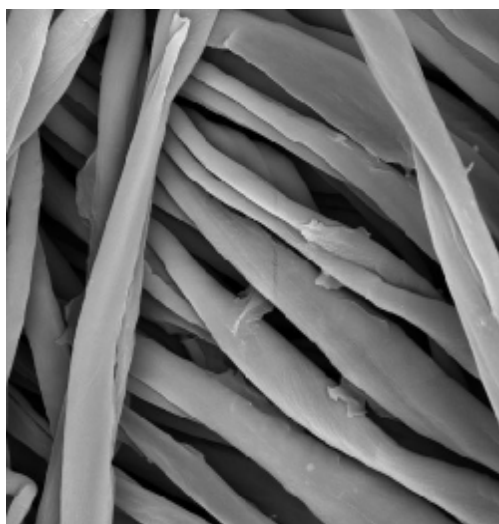
Obr. 36 – Tkanina Polar upravená hydrofobním prostředkem Lukofix – konc. 25 g/l



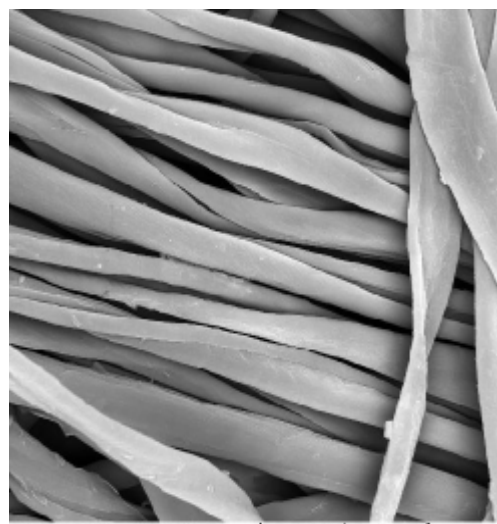
Obr. 37 – Tkanina Polar upravená dočasnou nehořlavou úpravou $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – konc. 120 g/l



Obr. 38 – Tkanina Polar upravená polotrvalou nehořlavou úpravou $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – konc. 200g/l



Obr. 39 – Tkanina Polar upravená nesráživou úpravou (přípravek Depremol G) – konc 50 g/l



Obr. 40 – Tkanina Polar upravená měkčící úpravou (přípravek Syntamin NI) – konc. 30 g/l